

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CENTRO HISTÓRICO
DE LA CIUDAD DE JAUJA - JUNÍN**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

DEYVI ERIK CASTRO ORTEGA

Lima - Perú

2015

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado:

A mis padres Fidel y Elvira ejemplos de coraje, esfuerzo y dedicación; a mis hermanos Russ, Marivel y Milagros quienes con su apoyo y recomendaciones me ayudaron a cumplir este objetivo.

A mi tío Jacinto, quien ilumina y guía el camino de toda mi familia, brindándonos su apoyo e infinita gracia.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos al Dr. Jorge Olarte Navarro, gerente de la empresa IGR Ingenieros, por su asesoramiento, apoyo y confianza brindado en el desarrollo de la presente tesis.

Agradezco de manera muy especial a Patricia Quillatupa, Alfredo Espinoza padre e hijo, por su valiosa participación en el levantamiento de información en campo y realización de ensayos de microtrepidaciones.

ÍNDICE

RESUMEN	6	
LISTA DE TABLAS	8	
LISTA DE FIGURAS	10	
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	16	
INTRODUCCIÓN	18	
CAPÍTULO I: GENERALIDADES		
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	20	
1.1.1. Objetivo general.....	20	
1.1.2. Objetivos específicos.....	20	
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	20	
1.3. CONTENIDO DEL ESTUDIO.....	21	
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA CIUDAD DE JAUJA		
2.1. DATOS GENERALES DE LA CIUDAD DE JAUJA Y DELIMITACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO.....		23
2.1.1. Ubicación.....	23	
2.1.2. Morfología y evolución urbana.....	23	
2.1.3. Hidrografía.....	24	
2.1.4. Clima.....	24	
2.1.5. Población.....	24	
2.1.6. Vías de comunicación.....	24	
2.1.7. Actividad económica.....	25	
2.1.8. Delimitación del Centro Histórico de Jauja.....	25	
2.2. EDIFICACIONES A EVALUAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA.....		27
2.2.1. Edificaciones de Adobe.....	27	
2.2.2. Edificaciones de Albañilería.....	29	
2.2.3. Edificaciones de Concreto Armado.....	31	
2.3. RESUMEN.....	32	

CAPÍTULO III: ASPECTOS GENERALES DE LA VULNERABILIDAD

SÍSMICA

3.1. GENERACIÓN DE SISMOS	34
3.1.1. Deriva continental.....	34
3.1.2. Teoría del rebote elástico	35
3.1.3. Teoría de expansión de los fondos oceánicos.....	35
3.1.4. Nueva tectónica global	35
3.2. TIPOS DE SISMOS Y SU LOCALIZACIÓN	37
3.2.1. Tipos de sismos	37
3.2.1.1. <i>Sismos superficiales</i>	37
3.2.1.2. <i>Sismos en zona de subducción</i>	38
3.2.1.3. <i>Sismos de corteza superficial</i>	38
3.2.2. Localización de eventos sísmicos	39
3.3. ONDAS SÍSMICAS	41
3.3.1. Ondas de cuerpo.....	41
3.3.2. Ondas superficiales.....	42
3.4. PELIGRO SÍSMICO	43
3.4.1. Sismicidad.....	44
3.4.2. Sismicidad global	45
3.4.3. Sismicidad en el Perú.....	46
3.5. EVALUACIÓN DE LA SISMICIDAD	48
3.5.1. Magnitud sísmica	48
3.5.1.1. <i>Magnitud local Richter</i>	48
3.5.1.2. <i>Magnitud de ondas superficiales Ms</i>	49
3.5.1.3. <i>Magnitud de ondas de cuerpo mb</i>	49
3.5.1.4. <i>Magnitud local ML</i>	50
3.5.1.5. <i>Magnitud momento MW</i>	50
3.5.2. Intensidad sísmica.....	52
3.5.3. Escalas de intensidad.....	53
3.5.4. Momento sísmico	54
3.5.5. Energía de un sismo	55
3.6. VULNERABILIDAD SÍSMICA	56
3.7. DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES	59
3.8. RIESGO SÍSMICO	60
3.9. RESUMEN	63

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

4.1. INTRODUCCIÓN.....	65
4.2. TIPOS DE METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	66
4.2.1. Métodos mecánicos	66
4.2.2. Métodos convencionales	66
4.2.3. Métodos indirectos	66
4.3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LAS METODOLOGÍAS ANALIZADAS	66
4.3.1. Método del ATC-14	67
4.3.2. Método NAVFAC.....	68
4.3.3. Método Hirosawa	68
4.3.4. Método FEMA-178	69
4.3.5. Método del I.S.T.C.	70
4.3.6. Método del Índice de Vulnerabilidad.....	70
4.4. METODOLOGÍA ELEGIDA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	71
4.5. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD.....	72
4.5.1. Índice de Vulnerabilidad	73
4.5.2. Índice de Vulnerabilidad para construcciones de adobe y albañilería	73
4.5.3. Funciones de vulnerabilidad observada y simulada para construcciones de adobe y albañilería.....	76
4.5.4. Índice de Vulnerabilidad para construcciones de concreto armado	79
4.5.5. Funciones de vulnerabilidad simulada para construcciones de concreto armado	80
4.6. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	82
4.7. RESUMEN.....	84

CAPÍTULO V: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.1. INTRODUCCIÓN.....	85
5.2. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	86
5.3. COMPONENTES DEL SIG.....	87
5.4. FUNCIONES DE LOS SIG.....	89

5.5. BASE DE DATOS GEOGRÁFICAS	90
5.6. ALCANCES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	94
5.7. APLICACIONES DEL SIG	94
5.8. LIMITACIONES DEL SIG	96
5.9. RESUMEN.....	97

CAPÍTULO VI: PELIGRO SÍSMICO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA

6.1. INTRODUCCIÓN.....	98
6.2. SISMICIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	99
6.2.1. Historia sísmica en el Perú.....	99
6.2.2. Historia sísmica de la ciudad de Jauja.....	102
6.2.3. Sismicidad instrumental.....	108
6.3. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO SÍSMICO	109
6.4. ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL PELIGRO SÍSMICO (PSHA).....	110
6.4.1. Determinación de las Fuentes sísmicas	111
6.4.2. Determinación de las frecuencias de Recurrencia sísmica	113
6.4.3. Leyes de Atenuación.....	117
6.5. EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO.....	119
6.6. CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO Y MÁXIMAS ACELERACIONES ESPERADAS.....	123
6.7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	129
6.7.1. Geología en el ámbito de estudio	129
6.7.1.1. Geomorfología	129
6.7.1.2. Litoestratigrafía	131
6.7.2. Características Geotécnicas.....	132
6.8. COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL SUELO.....	135
6.8.1. Fundamento teórico de Microtrepidaciones	137
6.8.2. Medición de Microtrepidaciones	139
6.8.3. Metodología elegida para la estimación de las características dinámicas del suelo.....	141
6.8.4. Evaluación e interpretación de las mediciones	143
6.8.5. Microzonificación sísmica por periodos	146
6.9. ZONIFICACIÓN SÍSMICA - GEOTÉCNICA.....	148
6.10. RESUMEN	150

**CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL CENTRO
HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA**

6.11. INTRODUCCIÓN.....	155
6.12. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	155
6.12.1. Resultados de los 11 parámetros por tipología y clase.....	157
6.12.2. Resultados del índice de vulnerabilidad	182
6.13. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DAÑO.....	190
6.13.1. Funciones de vulnerabilidad.....	191
6.13.2. Cálculo del daño.....	193
6.14. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS	197
6.15. RESUMEN	200

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES..... 203

7.1. CONCLUSIONES.....	203
7.2. RECOMENDACIONES.....	206

BIBLIOGRAFÍA 209

ANEXOS 215

RESUMEN

El objetivo de esta tesis es la contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jauja aportando herramientas para la toma de decisión sobre los criterios de intervención. Estas herramientas contemplan una base de datos extensa, las cuales están asociadas al peligro sísmico de la zona y a la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones existentes.

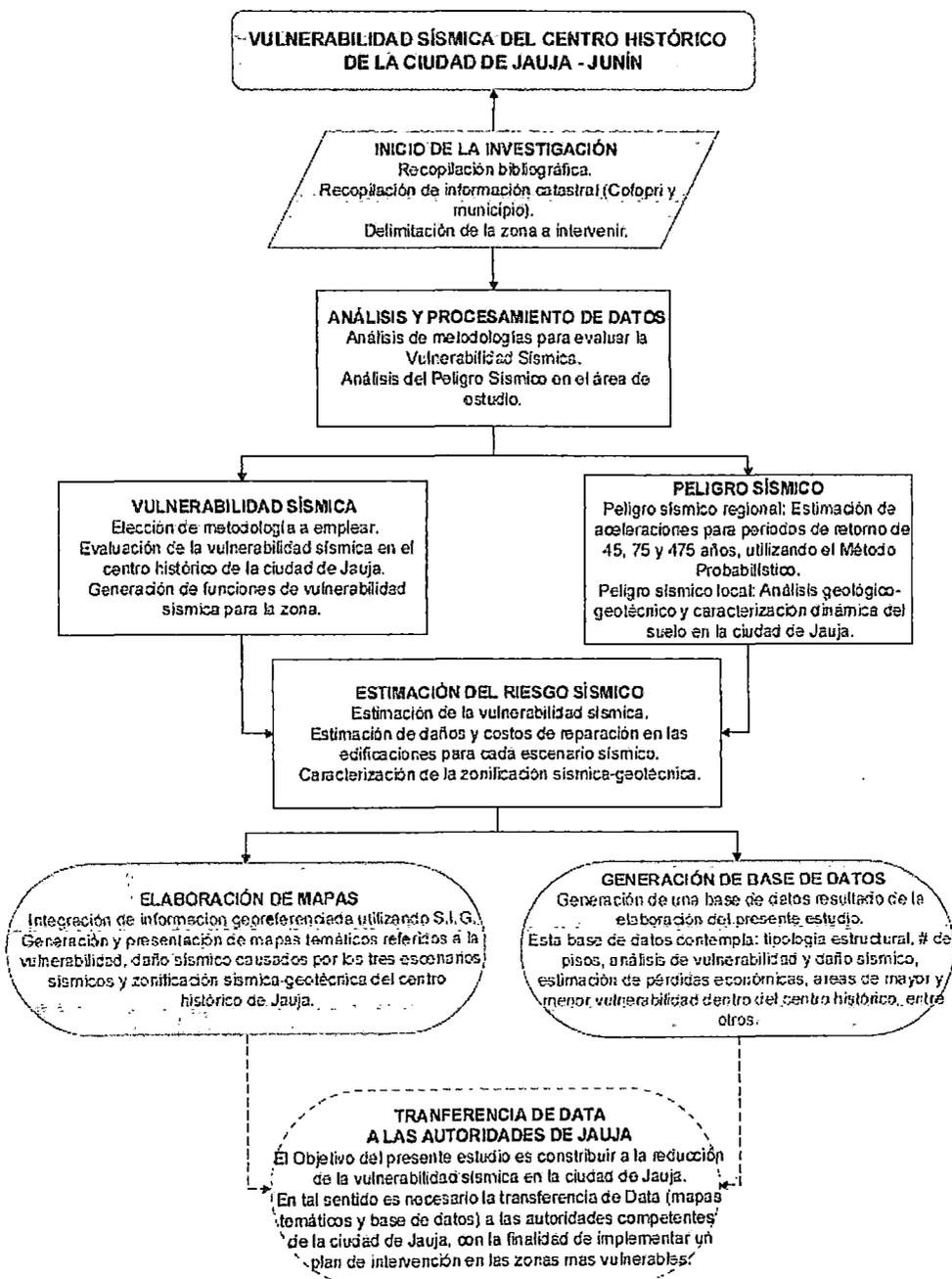
Para estimar el peligro sísmico regional se aplica la metodología desarrollada por Cornell (1968) en términos probabilísticos; debido a que la totalidad de edificaciones del área analizada son viviendas, se consideró una vida útil de 50 años y tres intensidades sísmicas correspondientes a sismo frecuente, ocasional y raro, asociadas a periodos de retorno de 45, 75 y 475 años respectivamente. Para el peligro sísmico a nivel local se recopiló información de la zonificación geotécnica y el mapa geológico de Jauja (Instituto Geológico Minero Metalúrgico del Perú - INGEMMET), complementando toda esta información con la realización del ensayo geofísico de microtrepidaciones en 41 puntos. Con toda esta información recopilada y generada se caracterizó la "Zonificación Sísmica-Geotécnica" del centro histórico de la ciudad de Jauja. Respecto a vulnerabilidad sísmica se aplicó el método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1982), se recogió información de campo de un total de 1,017 edificaciones, de las cuales el 69.0% representan las edificaciones de tierra (adobe), mientras que el 29.8% son de albañilería y tan solo el 1,2% son de concreto armado. Las estructuras de adobe en general presentan una vulnerabilidad media a alta, mientras que las de albañilería y concreto armado presentan en promedio una vulnerabilidad baja a media.

Para estimar el daño estructural se construyó funciones de vulnerabilidad calibradas para las tipologías existentes en la zona, estas funciones calibradas fueron obtenidas utilizando las funciones de vulnerabilidad empleadas por Norbertt Quispe (2004) y las relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción del proyecto SISRA (Programa para la Mitigación de los Efectos de los Terremotos en la Región Andina). Los niveles de daño se propusieron en función a los establecidos por: EERI (Earthquake Engineering Research Institute de California), NHRC (Natural Hazards Research Centre), ATC-13, Benedetti et al 1982, Park et al 1987, Ang y Wen et al 1989, N. Quispe (2004). Todos estos resultados son presentados mediante mapas temáticos utilizando para ello el

Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual posee la capacidad de capturar, transformar, analizar y gestionar una gran cantidad de información de una manera rápida y eficaz.

Finalmente se estimó de manera rápida las pérdidas directas en las edificaciones mediante el producto del índice de daño estimado con el costo de la edificación.

Metodología utilizada para desarrollar la presente tesis.



LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1.	Clasificación de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja según su tipología.....	27
Tabla 4.1.	Escala de vulnerabilidad Benedetti-Petrini para edificaciones de adobe y albañilería.....	73
Tabla 4.2.	Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de mampostería, obtenidos en el cálculo de las regresión polinómicas.....	79
Tabla 4.3.	Escala numérica del índice de vulnerabilidad, para estructuras de concreto armado (Benedetti-Petrini 1984).....	80
Tabla 4.4.	Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de concreto armado aporticados con vigas y columnas, obtenidos en el cálculo de las regresión polinómicas.....	82
Tabla 4.5.	Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de concreto armado aporticados con losas reticulares, obtenidos en el cálculo de las regresión polinómicas.....	82
Tabla 4.6.	Comparación entre el RNE y los parámetros propuestos por el método del Índice de Vulnerabilidad italiano. En este estudio no se adicionó ningún parámetro nuevo al método original del Índice de Vulnerabilidad.....	83
Tabla 4.7.	Parámetros utilizados para evaluar la calidad estructural de las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado.....	83
Tabla 6.1.	Niveles de estimación del peligro sísmico local.....	98
Tabla 6.2.	Sismos de mayor magnitud e intensidad ocurridos en el Perú.....	100
Tabla 6.3.	Parámetros sismológicos de las fuentes sísmicas.....	115
Tabla 6.4.	Coordenadas y profundidades de las Fuentes de Subducción de Interfase.....	116
Tabla 6.5.	Coordenadas y profundidades de las fuentes de subducción de Intraplaca.....	116
Tabla 6.6.	Coordenadas y profundidades de las Fuentes Continentales.....	116
Tabla 6.7.	Valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño.....	121
Tabla 6.8.	Periodo de retorno para una probabilidad de excedencia.....	122
Tabla 7.1.	Distribución de edificaciones por tipología.....	157
Tabla 7.2.	Resultados del parámetro 1.....	158
Tabla 7.3.	Resultados del parámetro 2.....	161
Tabla 7.4.	Resultados del parámetro 3.....	164

Tabla 7.5.	Resultados del parámetro 4	167
Tabla 7.6.	Resultados del parámetro 5	169
Tabla 7.7.	Resultados del parámetro 6	171
Tabla 7.8.	Resultados del parámetro 7	172
Tabla 7.9.	Resultados del parámetro 8	174
Tabla 7.10.	Resultados del parámetro 9	176
Tabla 7.11.	Resultados del parámetro 10	178
Tabla 7.12.	Resultados del parámetro 11	180
Tabla 7.13.	Rangos de índices de vulnerabilidad normalizado.....	182
Tabla 7.14.	Resultados del índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja	183
Tabla 7.15.	Resultados del índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones de adobe.....	184
Tabla 7.16.	Resultados del Índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones de albañilería	185
Tabla 7.17.	Resultados del índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones de concreto armado	186
Tabla 7.18.	Sismos recomendados por el comité VISION 2000 (1995).....	190
Tabla 7.19.	Sismos propuestos por el ATC-40 (1996).....	190
Tabla 7.20.	Aceleraciones máximas esperadas para distintos sismos en Jauja. Considerando: Alva-Castillo (1993), Visión 2000 (1995), ATC-40 (1996) y Aguilar-Gamarra (2009).	191
Tabla 7.21.	Niveles de daño propuesto en el presente estudio. Considerando EERI, NHRC, ATC-13, Benedetti, Park, Ang y Wen, Quispe.....	193
Tabla 7.22.	Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de Adobe en el Centro Histórico de Jauja	196
Tabla 7.23.	Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de Albañilería en el Centro Histórico de Jauja	196
Tabla 7.24.	Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de Concreto Armado en el Centro Histórico de Jauja	196
Tabla 7.25.	Porcentajes de daño medio para cada aceleración y tipología del centro histórico de la ciudad de Jauja.....	198
Tabla 7.26.	Valor estimado total de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja	198
Tabla 7.27.	Pérdidas económicas totales de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja	199

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.	Vista de la delimitación del Centro Histórico de la ciudad de Jauja (izquierda), plano de localización y ubicación de la ciudad de Jauja (derecha).....	26
Figura 2.2.	Edificación de adobe de 1 nivel en buen estado de conservación con cobertura liviana de teja.....	28
Figura 2.3.	Edificación de adobe de 2 niveles en regular estado de conservación con cobertura liviana de teja.....	28
Figura 2.4.	Edificación de adobe de 2 niveles en regular estado de conservación con cobertura liviana de teja y con presencia de balcón de madera.....	29
Figura 2.5.	Edificación de albañilería de 2 niveles sin confinamiento horizontal en el último nivel y con cobertura liviana de teja.....	30
Figura 2.6.	Edificación de albañilería de 3 niveles con parapetos no confinados en sus aleros.....	30
Figura 2.7.	Edificación con columnas, vigas y muros de concreto armado con 3 años de antigüedad en buen estado de conservación.....	31
Figura 2.8.	Edificación con columnas, vigas de concreto con 6 años de antigüedad en buen estado de conservación. Sin embargo presenta piso blando.....	32
Figura 3.1.	Teoría de la Deriva Continental propuesta por Wegener (Pangea).....	34
Figura 3.2.	Corriente de convección en el manto (Kramer, 1996).....	36
Figura 3.3.	Distribución de las placas tectónicas en el mundo (GSHAP).....	37
Figura 3.4.	Zona de subducción y tipos de sismos (Kuroiwa-Reducción de desastres).....	39
Figura 3.5.	Ilustración esquemática de la detección de un sismo.....	39
Figura 3.6.	Método gráfico de localización de un epicentro con 3 sismógrafos.....	41
Figura 3.7.	Visualización de los tipos de ondas sísmicas: cuerpo y superficiales.....	42
Figura 3.8.	Mecanismo de propagación de la energía sísmica desde el hipocentro hasta el emplazamiento de la estructura (Bertero, 1992).....	44
Figura 3.9.	Sismicidad global (HSHAP).....	45
Figura 3.10.	Mapa de peligrosidad sísmica global (GSHAP, 1999).....	46
Figura 3.11.	Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1964 y 2011. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos (Tavera, 2011-IGP).....	47

Figura 3.12. Saturación de las escalas de magnitud.	51
Figura 3.13. Mapa de Isosistas del sismo del 15 de Agosto de 2007 en el Perú (Tavera et al, 2008).	53
Figura 3.14. Comparación de los valores de intensidad de las escalas Mercalli Modificada (MMI), Rossi-Forel (RF), Japanese Meteorological Agency (JMA) y Medvedev-Spoonheuer-Karnik (MSK).	54
Figura 3.15. Comparación de la energía liberada de los sismos con toneladas de explosivos.	55
Figura 3.16. Metodología utilizada para la evaluación del riesgo sísmico específico a nivel urbano.	61
Figura 4.1. Funciones de índice de vulnerabilidad propuesta por Angeletti et al (1988).	75
Figura 4.2. Función de vulnerabilidad observada para edificios de mampostería no reforzada en España para un nivel de intensidad de VII en la escala MSK (Yepez, 1994). Las funciones propuestas por Angeletti et al, 1988 se representan por líneas discontinuas.	77
Figura 4.3. Función de vulnerabilidad simulada para intensidad VII MSK (curva gruesa) y función de vulnerabilidad observada (curva delgada). Cada punto corresponde a por lo menos un edificio generado.	78
Figura 4.4. Función de vulnerabilidad para los edificios de mampostería no reforzada para diferentes niveles de intensidad en la escala MSK (Yépez, 1996). Las líneas discontinuas delgadas representan las funciones propuestas por Angeletti et al. (1988).	79
Figura 4.5. Función de vulnerabilidad para edificios de concreto armado con pórticos sismorresistentes para las intensidades VII, VIII y IX en la escala MSK (Yépez, 1996).	81
Figura 4.6. Función de vulnerabilidad para edificios de concreto armado de losas reticulares para las intensidades VI, VII y VIII en la escala MSK (Yépez, 1996).	81
Figura 5.1. Ejemplo de representación de información correspondiente a un área geográfica con diferentes temas o mapas (Mena et al, 2001).	87
Figura 5.2. Componentes principales de un SIG.	88
Figura 5.3. Esquema grafico de la lógica de las funciones de los SIG.	89
Figura 5.4. Izquierda: celdas de una malla ráster (aumentada) con sus valores asociados; derecha: malla ráster de elevaciones.	91
Figura 5.5. Figuras geométrica en el modelo de representación vectorial.	92

Figura 5.6.	Imprecisión de forma en el modelo de representación ráster.	93
Figura 6.1.	Mapa epicentral de grandes sismos históricos ocurridos en Perú, periodo 1500 a 2014. Con una intensidad máxima evaluada $I_{max} > VII$ (MM). (IGP-2014).....	101
Figura 6.2.	Principales terremotos ocurridos en el Perú (Silgado, 1978).	102
Figura 6.3.	Sismicidad con magnitud $M_w > 4.0$ en la región Junín para el periodo 1964 y 2011. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos: color rojo, verde y azul representan sismos superficiales, intermedios y profundos respectivamente (Tavera-IGP).	105
Figura 6.4.	Distribución de secciones transversales perpendiculares a la Fosa Perú-Chile. Junín se encuentra dentro de las secciones N°9 y N°10 (Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).....	106
Figura 6.5.	Esquema sismotectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú. Las flechas rojas pequeñas y grandes indican la dirección de la deformación local y regional. Las flechas negras corresponden a la dirección de convergencia de placas (Nazca y Sudamericana). AM, sistema de fallas del Alto Mayo; CB, sistema de fallas de la Cordillera Blanca; SA, sistema de fallas de Satipo; HU, sistema de fallas del Huaytapallana; MD, sistema de fallas de Madre de Dios y TA, sistema de fallas de Tambomachay (IGP, 2014)	107
Figura 6.6.	Metodología empleada para el análisis probabilístico.....	110
Figura 6.7.	Fuentes Sísmicas de subducción de Interfase e Intraplaca (Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).	112
Figura 6.8.	Fuentes Sísmicas de corteza superficial o continental (Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).	113
Figura 6.9.	Curvas de leyes de atenuación para sismos de subducción.....	118
Figura 6.10.	Curvas de leyes de atenuación para sismos continentales.....	119
Figura 6.11.	Relación entre el periodo de retorno y la probabilidad de excedencia para diferentes periodos de diseño.)	123
Figura 6.12.	Curva de peligro sísmico en función de la frecuencia anual de excedencia.	124
Figura 6.13.	Curva de peligro sísmico en función del periodo de retorno.	124
Figura 6.14.	Distribución de Isoaceleraciones en Jauja para 50% de excedencia en 30 años (T=45 años).	126
Figura 6.15.	Distribución de Isoaceleraciones en Jauja para 50% de excedencia en 50 años (T=75 años).	127

Figura 6.16. Distribución de Isoaceleraciones en Jauja para 10% de excedencia en 50 años (T=475 años).	128
Figura 6.17. Distribución de calicatas y tipo de suelo en la ciudad de Jauja....	134
Figura 6.18. Distribución espacial de las mediciones de microtrepidaciones...	136
Figura 6.19. Fuentes generadoras de Microtremores: fuentes naturales y artificiales.	137
Figura 6.20. Equipo Micromate utilizado para el ensayo de microtrepidaciones. Se puede observar el geófono triaxial y el micrófono de sobrepresión.	140
Figura 6.21. Procedimiento para obtener la relación espectral H/V.....	143
Figura 6.22. Análisis de la señal en el programa Degtra.	144
Figura 6.23. Ejemplo de gráficas de razones espectrales obtenidas en diferentes puntos del Centro Histórico de Jauja. Los puntos mostrados son los registros PM-04, PM-17 y PM-24.....	145
Figura 6.24. Zonificación del suelo por periodos en el centro histórico de la ciudad de Jauja	147
Figura 6.25. Zonificación sísmica – geotécnica del centro histórico de la ciudad de Jauja	149
Figura 7.1. Distribución de tipos de edificación existente	157
Figura 7.2. Edificación de Adobe con muros sin arriostramiento horizontal ni vertical.	159
Figura 7.3. Edificio de Albañilería sin un adecuado confinamiento vertical. ...	159
Figura 7.4. Edificación de Albañilería adecuadamente confinada.....	160
Figura 7.5. Edificación de Concreto Armado con un adecuado sistema resistente.	160
Figura 7.6. Mampostería de Adobe con mampostería artesanal de mala calidad y sin adecuada trabazón.	161
Figura 7.7. Mampostería de Adobe con mampostería artesanal y buena trabazón.	162
Figura 7.8. Sistema resistente y unidades de Albañilería no homogénea y de mala calidad.	162
Figura 7.9. Buena calidad del sistema resistente y unidades de albañilería.	163
Figura 7.10. Buena calidad del sistema resistente de Concreto Armado.....	163
Figura 7.11. Edificación de Adobe sin una adecuada cantidad de muros ortogonales.	165
Figura 7.12. Edificación de Albañilería sin una adecuada cantidad de muros ortogonales.....	165
Figura 7.13. Edificación de Albañilería con una adecuada cantidad de elementos estructurales.	166

Figura 7.14. Edificación de Concreto Armado con una adecuada cantidad de elementos estructurales.....	166
Figura 7.15. Edificación de Adobe con presencia de humedad en el sobrecimiento y muros.	167
Figura 7.16. Edificación emplazada sobre terreno con gran pendiente.	168
Figura 7.17. Edificación de Adobe emplazada sobre terreno con pendiente pronunciada.....	168
Figura 7.18. Edificación de Adobe con techo conformado por un entramado de viguetas y listones de madera en buen estado con pequeñas deficiencias.....	169
Figura 7.19. Edificación de Adobe con techo conformado por un entramado de viguetas y listones de madera en estado deflectado	170
Figura 7.20. Edificación de Albañilería con diafragma rígido y cobertura liviana.....	170
Figura 7.21. Edificación de Concreto Armado con diafragma rígido y cobertura liviana.....	171
Figura 7.22. Edificación de Adobe con una adecuada distribución de masas en los dos niveles.....	172
Figura 7.23. Edificación de Albañilería con una adecuada distribución de masas en los tres niveles.	173
Figura 7.24. Edificación de Concreto Armado con una adecuada distribución de masas en los tres niveles.	173
Figura 7.25. Edificación de Adobe con excesiva separación de muros.	174
Figura 7.26. Edificación de Albañilería con excesiva separación de muros....	175
Figura 7.27. Edificación de Concreto Armado con una adecuada distancia entre columnas.....	175
Figura 7.28. Edificación de Adobe con cubierta inestable de material liviano.....	177
Figura 7.29. Edificación con cubierta estable de losa aligerada	177
Figura 7.30. Edificación de Adobe con balcón.....	178
Figura 7.31. Edificación de Albañilería con parapetos sin confinar.....	179
Figura 7.32. Edificación de Albañilería con volado y balcón con buena conexión al sistema resistente, sin embargo presenta parapetos sin confinar	179
Figura 7.33. Edificación de Concreto Armado con elementos publicitarios colocados en la fachada.....	180
Figura 7.34. Edificación de Adobe en mal estado de conservación.....	181
Figura 7.35. Edificación de Albañilería en buen estado de conservación.	181
Figura 7.36. Edificación de Concreto Armado en buen estado de conservación.....	182

Figura 7.37. Resultados de los niveles de vulnerabilidad normalizada.....	183
Figura 7.38. Porcentaje de las edificaciones de Adobe según el índice de vulnerabilidad normalizado.....	184
Figura 7.39. Porcentaje de las edificaciones de Albañilería según el índice de vulnerabilidad normalizado.....	185
Figura 7.40. Porcentaje de las edificaciones de Concreto Armado según el índice de vulnerabilidad normalizado.....	186
Figura 7.41. Distribución de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe.....	187
Figura 7.42. Distribución de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería.....	188
Figura 7.43. Distribución de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de concreto armado.....	189
Figura 7.44. Daño esperado en función de la aceleración horizontal de terreno y del índice de vulnerabilidad normalizado (Quispe N, 2004).....	192
Figura 7.45. Relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción del Proyecto SISRA. (Reducción de desastres – J. Kuroiwa).....	192
Figura 7.46. Funciones de Vulnerabilidad para edificaciones de Adobe en el Centro Histórico de Jauja.....	194
Figura 7.47. Funciones de Vulnerabilidad para edificaciones de Albañilería en el Centro Histórico de Jauja.....	195
Figura 7.48. Funciones de Vulnerabilidad para edificaciones de Concreto Armado en el Centro Histórico de Jauja.....	195
Figura 7.49. Pérdidas económicas en el Centro Histórico de Jauja.....	198
Figura 7.50. Pérdidas económicas totales para cada aceleración probable....	199

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

A.	Área de ruptura.
ATC.	Concejo de Tecnología Aplicada
b.	Relación de recurrencia de Gutenberg y Richter
CONCYTEC.	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
CONATA.	Consejo Nacional de Tasaciones
CSSC.	Comisión de Seguridad Sísmica de California
\bar{D} .	Deslizamiento promedio.
\bar{E} .	Energía liberada por un Sismo (ergs)
EUA.	Estados Unidos de América
EERI.	Investigación de Ingeniería Sísmica Instituto de California
FEMA.	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias
GSHAP.	Programa de Evaluación de Peligrosidad Sísmica Global
I.	Intensidad generalizada
ID.	Índice de Daño
INDECI.	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI.	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET.	Instituto Geológico Minero Metalúrgico del Perú
IGP.	Instituto Geofísico del Perú
ISC.	Centro Sismológico Internacional
ISTC.	Instituto de Ciencia y Técnica de la Construcción
Iv.	Índice de Vulnerabilidad
Iv n.	Índice de Vulnerabilidad Normalizado
JMA.	Agencia Meteorológica Japonesa
MCS.	Escala de Intensidad Mercalli-Cancani-Sieberg.
MMI.	Intensidad de Mercalli Modificada
MSK.	Escala de Intensidad usada en Europa (Medvedev, Spoonheuer y Karnik)
M_0 .	Magnitud Mínima
M_{max} .	Magnitud Máxima
M_s .	Magnitud de Ondas Superficiales
m_b .	Magnitud de Ondas de Cuerpo
M_L .	Magnitud Local
M_w .	Magnitud Momento
M_o .	Momento Sísmico
NEIC.	Centro de Información Nacional de Terremotos
NHRC.	Centro de Investigación de Peligros Naturales
ONU.	Organización de las Naciones Unidas
P(A).	Probabilidad condicional que ocurra el evento A,

PGA.	Aceleración Máxima del Suelo
PML social.	Pérdida Máxima Probable Social
PSHA.	Análisis Probabilístico del Peligro Sísmico
R.	Distancia hipocentral (km)
$R_y(a)$.	Periodo de retorno promedio en años de un sismo de inten. $\geq a$
\bar{RISK}_t	Probabilidad o nivel de excedencia
RNE.	Reglamento Nacional de Edificaciones
S.	Tamaño del sismo
S_{HS} .	Componente horizontal del tremor en la superficie.
S_{HB} .	Componente horizontal del tremor en el sub-estrato.
S_{VS} .	Componente vertical del tremor en la superficie.
S_{VB} .	Componente vertical del tremor en el sub-estrato.
S_{TT} .	Periodo del Suelo sin efecto de las ondas Rayleigh
\bar{S}_T .	Periodo de las capas superficiales del suelo
SIG.	Sistema de Información Geográfica
t.	Tiempo de vida útil
TRF.	Transformada Rápida de Fourier
μ .	Módulo de Rigidez al corte (tn/m^2 , dinas/cm ²).
V_p .	Velocidad de propagación de la onda P.
V_s .	Velocidad de propagación de la onda S.
λ_0 .	Tasa media anual de actividad sísmica
Δt_{p-s} .	Diferencia del tiempo de llegada de la primera onda P y S

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana, se define como la incertidumbre a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico, y está asociado directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (comportamiento estructural, calidad de materiales de construcción, procesos constructivos, configuración estructural, nivel de conservación, entre otros aspectos).

Un aspecto muy importante de los estudios de vulnerabilidad sísmica a nivel urbano es que la metodología que se utiliza de las edificaciones debe ser simplificada, para que se pueda aplicar a grandes áreas o a un gran conjunto de estructuras. Es posible aplicar cualquier metodología pero con su correspondiente incremento en los costos de aplicación, debido a que algunas metodologías surgieron para evaluar edificaciones de manera más detallada y/o exhaustiva haciendo inadecuada su aplicación a grandes zonas urbanas. Por esta razón se debe encontrar la metodología que mejor se adapte a los objetivos planteados en el estudio de vulnerabilidad sísmica, pero sobre todo al presupuesto con que se cuente y a la disposición de información de los elementos que se pretenden estudiar.

Una herramienta que es de gran utilidad en estos tipos de estudios son los sistemas de información geográfica (SIG), pues facilitan el manejo de gran cantidad de datos de forma sencilla y rápida, ya que permite modelar los elementos de la zona de estudio de una forma más real.

Existe una relación directa entre el peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica, es decir, para que exista el riesgo sísmico en una determinada zona, ambos conceptos deben producirse y existir respectivamente, es decir, el riesgo sísmico evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto, como resultado del daño en las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida de una determinada edificación.

Una evaluación del peligro sísmico para la zona de estudio es imprescindible para determinar la vulnerabilidad sísmica, puesto que estima la máxima aceleración que podría ocurrir en una determinada zona para distintos periodos de retorno. Esta evaluación se realiza en base a métodos probabilísticos y determinísticos, considerando para ello las fuentes sísmicas de subducción de

interfase e intraplaca y fuentes continentales. Cabe mencionar que de acuerdo a la historia sísmica del área en estudio han ocurrido sismos con intensidades de hasta VIII-IX, siendo uno de los más importantes el ocurrido el 01 de noviembre de 1947 ocurrido en Satipo (Junín). Para la estimación del peligro sísmico a escala regional se realiza un análisis del peligro basándose en metodologías diversas y determinando finalmente las máximas aceleraciones para cada región geográfica. Este tipo de evaluaciones han definido el parámetro de sitio establecido en la NTE - 030 llamado "zonificación" y que especifica tres regiones sísmicas para el Perú. El peligro sísmico a escala regional ha sido desarrollado por Jorge Alva [4], Jorge Castillo [14], Carlos Gamarra [21] y Hernando Tavera [58]. Mientras que el peligro sísmico a escala local permite estimar los efectos de sitio, es decir, las características dinámicas del suelo de fundación mediante la realización de ensayos geofísicos. Estos ensayos se realizarán mediante el ensayo de microtrepidaciones o también conocidos como microtremors para estimar el periodo predominante del suelo de fundación, conjuntamente con la implementación del método del índice de vulnerabilidad para evaluar la calidad estructural de las edificaciones en el área urbana.

La vulnerabilidad sísmica de las edificaciones se determinará aplicando el método del índice de vulnerabilidad, para de esta manera obtener los grados de daño como consecuencia de un terremoto. Una vez hallada la vulnerabilidad sísmica se calcula el índice de daño estimado en las edificaciones, el cual es un promedio para cada tipología respectiva y de igual manera para cada aceleración en roca, es decir se consideran todos los daños obtenidos de los tres diferentes escenarios de daño. Posteriormente se estima el valor de las edificaciones mediante el producto del área en planta, el número de pisos y el costo de la edificación por unidad de área (considerando las características singulares por tipología). Luego se calcula las pérdidas económicas ocasionadas por un terremoto, el cual es igual al producto del índice de daño estimado y el costo de la edificación. Con los valores de los índices de daño promedio (para cada aceleración en roca), los costos de las edificaciones (para cada tipología) y el porcentaje de pérdidas económicas se determina las pérdidas económicas totales del área en estudio.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1.1. Objetivo general

Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Jauja aportando herramientas para la toma de decisión sobre los criterios de intervención.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la Vulnerabilidad Sísmica del Centro Histórico de la ciudad de Jauja mediante una metodología que permita identificar los aspectos técnicos de una manera rápida y bastante aproximada para estimar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones existentes.
- b) Estimar las pérdidas económicas directas de la zona de estudio para tres tipos de escenarios sísmicos.
- c) Elaborar los mapas de vulnerabilidad sísmica para el centro histórico de la ciudad de Jauja.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El Perú al estar ubicado dentro del Cinturón Circumpacífico, una de las zonas sísmicas más activas del planeta, se ve constantemente afectada por la actividad sísmica provocada por la subducción de la placa de Nazca y la placa Sudamericana.

Las tendencias actuales en ingeniería sísmica acogen la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica en los centros urbanos. Es en esta zona donde existe una alta concentración de la población, infraestructura y los servicios.

La ciudad de Jauja se encuentra ubicada en la sierra central del Perú, y por su localización según la norma peruana actual sismo resistente NTE-030, 2006 [50] se le atribuye una calificación de Zona 2, presentando esta zona aceleraciones (0.3g), en consecuencia se le califica como una zona de sismicidad media.

Considerado la ciudad de Jauja la primera capital del Perú, donde su metrópolis se encontraba en la actual zona denominado Centro Histórico de

Jauja (Zona Monumental de Jauja), esta zona todavía conserva edificaciones coloniales las cuales fueron adoptadas como bodegas, restaurants, oficinas, comercio e incluso como centros educativos. En el centro histórico de la ciudad de Jauja un gran porcentaje de las construcciones existentes fueron autoconstruidas y durante su ejecución no siguieron código alguno de construcción. Todos estos factores han motivado el presente trabajo de estudio de evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Siendo Jauja una ciudad que posee un gran valor histórico y cultural de gran importancia para nuestro País, el presente estudio tiene por finalidad evaluar la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja, en particular de las edificaciones comunes existentes, por tratarse de una zona comercial e institucional con gran concentración de personas, con el fin de establecer niveles de vulnerabilidad sísmica, estimar los posibles daños en las edificaciones y calcular las posibles pérdidas materiales debido a los movimientos sísmicos esperados en la zona.

1.3. CONTENIDO DEL ESTUDIO

El presente trabajo está dividido en ocho (08) capítulos, en los cuales se describe: la problemática planteada para la realización del estudio, los diversos trabajos de campo y de gabinete que se han realizado, así como la metodología seleccionada para la evaluación del problema, la elaboración de una base de datos de los elementos de estudio y finalmente la estimación de los escenarios de daño. De esta manera los capítulos de este trabajo tratan los siguientes aspectos:

En el capítulo I se mencionan algunas generalidades, así como también se plantean los objetivos, justificación de la investigación y el contenido mismo del estudio.

En el capítulo II se hace referencia a los datos generales de la ciudad de Jauja y las edificaciones a evaluar ubicadas en el centro histórico.

En el capítulo III se definen los aspectos generales del peligro sísmico, la vulnerabilidad sísmica y riesgo sísmico.

En el capítulo IV se explica la metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, detallando las ventajas y limitaciones de las metodologías existentes, así como la metodología elegida para evaluar la vulnerabilidad sísmica, el método del índice de vulnerabilidad y la adaptación del método elegido a la zona de estudio.

En el capítulo V se presenta una revisión del sistema de información geográfica (SIG), mostrando las definiciones, componentes, funciones, funcionamiento, la construcción de una base de datos geográficas, alcances y las áreas de aplicación del SIG; herramientas que servirán para implementar la metodología de evaluación de la vulnerabilidad sísmica..

En el capítulo VI se evalúa la sismicidad y el peligro sísmico en el ámbito de estudio, la geología y geotecnia, las características dinámicas de los suelos y en base a los diversos estudios realizados se concluye con la estimación de las máximas intensidades esperadas, además se presenta la zonificación geotécnica por períodos y geotécnica sísmica; estas dos últimas se realizaron mediante al ensayo de microtrepidaciones realizado en el centro histórico de la ciudad de Jauja.

En el capítulo VII se expone la metodología adoptada para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, mostrándose la evaluación de los escenarios de daño, siendo necesario previamente calcular el índice de vulnerabilidad (Iv) para cada edificación y luego determinar el daño, aplicando las funciones de vulnerabilidad calibradas para la ciudad de Jauja; así mismo se presenta también el análisis de las probables pérdidas económicas en la zona.

En el capítulo VIII se mencionan las conclusiones, recomendaciones y las futuras líneas de investigación.

Finalmente se presentan las referencias que se han tomado en cuenta en la elaboración del presente estudio y se detallan los anexos.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA CIUDAD DE JAUJA

2.1. DATOS GENERALES DE LA CIUDAD DE JAUJA Y DELIMITACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO.

2.1.1. Ubicación:

La ciudad de Jauja está conformada por los distritos de Jauja, Yauyos y Sausa, que al conurbarse han conformado la capital de la provincia de Jauja, en el Departamento de Junín. Está ubicada en la margen izquierda del río Mantaro y a 46 km de la ciudad de Huancayo, capital del departamento. La posición geográfica de la ciudad de Jauja es de 11°46'27" de Latitud Sur y 75°29'39" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich teniendo como referencia la Torre de la catedral de la ciudad.

El centro histórico de la ciudad de Jauja se encuentra dentro del distrito de Jauja (extensión aproximada de Jauja es de 10.10 Km²), el cual limita por el Norte, con los distritos de Acolla y Pancan; por el Sur, con el distrito de Sausa; por el Este, con el distrito de Huertas y por el Oeste, con el distrito de Yauyos.

2.1.2. Morfología y evolución urbana:

La morfología de la ciudad de Jauja ha adoptado sus formas urbanas en función de su relieve geomorfológico y de diverso aspectos socio económico y políticos dados a lo largo de su historia.

Las pendientes de las colinas ubicadas al lado Oeste y el cauce del río Yacus al Este condicionan el crecimiento de la ciudad entre esas orientaciones. Por otra parte, el desarrollo a partir del casco histórico de la ciudad con su trazo ortogonal, se ve limitado por el lado Sur por la presencia del hospital Olavegoya y el cauce del Tajamar. El crecimiento de la ciudad hacia el Norte adopta un sistema de ocupación que sigue las orientaciones de los caminos rurales existentes, los cuales confluyen en el inicio del jirón Junín donde se ha desarrollado una nueva centralidad urbana, con características diferentes a las del antiguo centro histórico y sus alrededores.

El actual asentamiento urbano presenta una zona dinámica de crecimiento y ocupación sostenida en la zona Sur mientras que el centro histórico presenta un fuerte deterioro y el progresivo despoblamiento de las antiguas viviendas que aún persisten.

2.1.3. Hidrografía:

La ciudad de Jauja está flaqueada por los ríos Yacus y Mantaro, bordeando el primero por su lado Este y el segundo por su lado Sur.

2.1.4. Clima:

El clima es frío y seco, presenta bruscas variaciones en el día, con temperaturas que oscilan entre 29°C como la máxima y 4°C la mínima.

2.1.5. Población:

El distrito de Jauja tiene 16,524 habitantes (8,034 masculino y 8,490 femenina), según cifras del INEI 2007. Con una densidad poblacional de 1,637.03 hab. / Km².

2.1.6. Vías de comunicación:

Vía aérea: La ciudad de Jauja tiene un terminal aéreo denominado Francisco Carle. Es el único aeropuerto del departamento de Junín y es apto para el desarrollo aéreo comercial, además de ser un Terminal estratégico para operaciones militares y particulares. El tiempo de vuelo aproximado a la ciudad de Lima es de 40 minutos.

Vía Terrestre: La ciudad de Jauja se encuentra ubicada a una distancia de 266 Km. de la ciudad de Lima, siendo su principal vía de acceso la carretera central.

Distancias:

- Jauja - Huancayo 48 Kms. - 50 minutos, carretera asfaltada;
- Jauja - Tarma 57 Kms. - 1 hora, carretera asfaltada;
- Jauja - La Oroya 81 Kms. - 1 hora y 20 minutos, carretera asfaltada;
- Jauja - Satipo 190 Kms. - 3 horas, carretera asfaltada;
- Jauja - Lima 266 Kms. - 6 horas, carretera asfaltada.

Además la ciudad de Jauja cuenta con una línea férrea por la cual transita el Ferrocarril Central del Perú atravesándola una vez por año.

2.1.7. Actividad Económica:

Las ciudades de Jauja, Concepción y Huancayo, concentran como capitales provinciales (y departamental la última de ellas) las actividades político-administrativas, comerciales, industriales y de servicios, para la micro región, apreciándose aun entre ellas un notable desequilibrio, respecto a la ciudad de Huancayo la que capitaliza en mayor grado dichas actividades. Además de la concentración poblacional y de las actividades económicas y como consecuencia de los mismos, las actividades de servicios y las facilidades de infraestructura, se constata el fuerte predominio del centro poblado de Huancayo en la estructura micro-regional.

La actividad económica principal del valle, sigue siendo la agricultura y el comercio; las actividades secundarias (transformación) se desarrollan fundamentalmente a nivel artesanal; los flujos económicos reflejan la fuerte dependencia del campo respecto a la ciudad y de la región respecto al centro metropolitano nacional (Lima).

2.1.8. Delimitación del Centro Histórico de Jauja:

La delimitación del ámbito de estudio mostrada en la figura 2.1, se basa en la Resolución Directoral Nacional N° 906/INC, que resuelve en su artículo único: declarar Zona Monumental de la ciudad de Jauja (centro histórico), distrito y provincia de Jauja (Junín), al área comprendida:

Por el norte: Jr. Manco Cápac cuadras 2 y 3 volteando hacia el Jr. Ayacucho cuadras 5 y 4 hasta el Jr. Atahualpa desde la Cuadra 4 a la cuadra 8 incluyendo el volumen de fachadas del Jr. Arica.

Por el este: Jr. Arica cuadras 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 volteando por prolongación Colina hasta Jr. Acolla, (para el presente estudio no se consideró el lote del hospital Domingo Olavegoya).

Por el sur: desde el Jr. San Martín hasta todo el Jr. Colina (sin incluir el lote del hospital Domingo Olavegoya).

Por el oeste: desde el Jr. Sucre cuadra 10 y Jr. La Mar cuadras 6, 7, 8 y 9, Jr. Manco Cápac hasta Jr. Ayacucho.

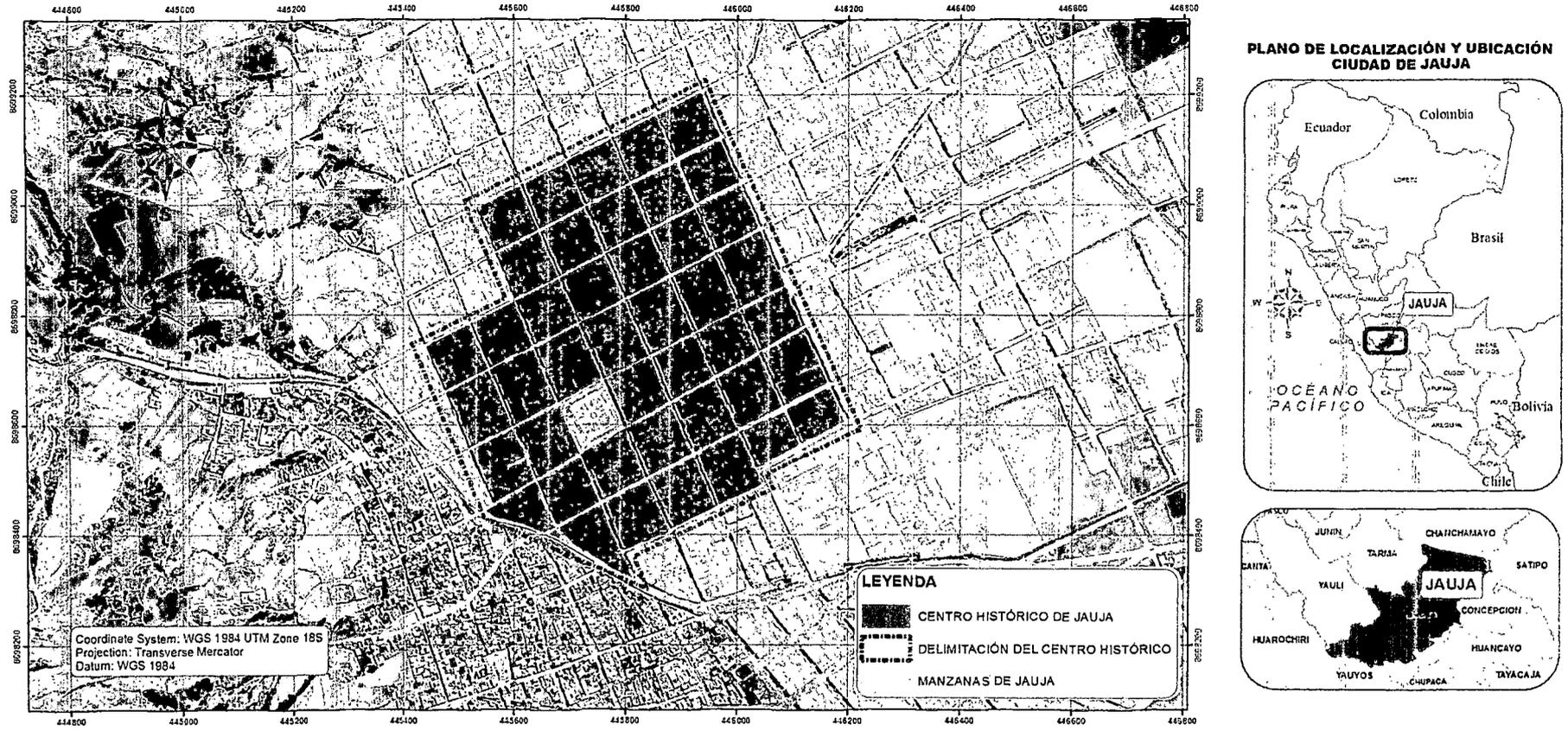


Figura 2.1.- Vista de la delimitación del Centro Histórico de la ciudad de Jauja en el lado izquierdo, plano de localización y ubicación de la ciudad de Jauja en el lado derecho (Fuente: Elaboración Propia).

2.2. EDIFICACIONES A EVALUAR EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA

Los materiales de las edificaciones que más predominan en el centro histórico de la ciudad de Jauja son el adobe (incluye el tapial) con un porcentaje de incidencia del 68.9 %, luego le sigue las edificaciones de albañilería con 29.9 % y una menor cantidad las edificaciones de concreto armado con el 1.2 %.

Las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja se clasifican según su tipología en:

Tabla 2.1.- Clasificación de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja según su tipología.

Tipología	Nº de lotes	%
Adobe	702	69.0
Albañilería	303	29.8
Concreto Armado	12	1.2
Total	1,017	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

2.2.1. Edificaciones de Adobe

Las edificaciones de Adobe en el centro histórico de la ciudad de Jauja, están conformados por muros donde se utilizaron bloques pre-secados (mezcla de arcilla, paja, guano de ganado y agua, unidos con mortero de barro) y tapias (bloques de barro fabricados en situ con dimensiones mayores), con presencia en su parte superior de un volado frontal conformado por tejas de arcilla la cual es parte del techo tipo mojinete típico de estas zonas lluviosas y que es soportado por un entramado de viguetas y listones de madera; toda la estructuración de estas edificaciones están ancladas al suelo mediante una débil cimentación de barro y piedra. Se caracterizan por ser una tecnología constructiva simple, de bajo costo y con excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de los fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones.

La construcción tradicional de adobe tiene una respuesta deficiente ante los sismos, sufriendo daños estructurales severos llegando incluso al colapso de la edificación según la intensidad del movimiento horizontal del suelo,

causando con ello pérdidas significativas de vidas humanas y además cuantiosos daños materiales. El inadecuado comportamiento sísmico de las construcciones en adobe se debe al principalmente al elevado peso de la estructura, a su poca resistencia en tracción y a su reducida adherencia entre el adobe y el mortero, ocasionando que la edificación falle por tracción en los encuentros de los muros, falle por flexión o por corte.



Figura 2.2.- Edificación de adobe de 1 nivel en buen estado de conservación con cobertura liviana de teja.

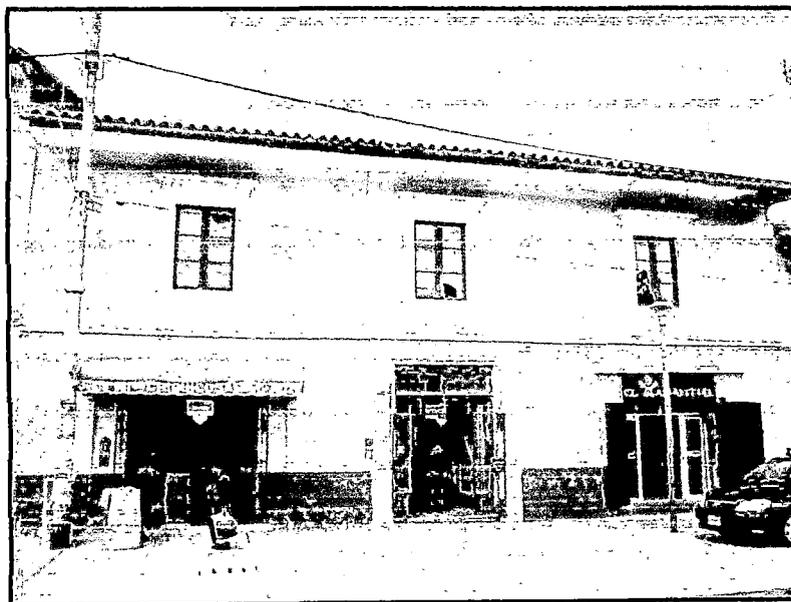


Figura 2.3.- Edificación de adobe de 2 niveles en regular estado de conservación con cobertura liviana de teja.

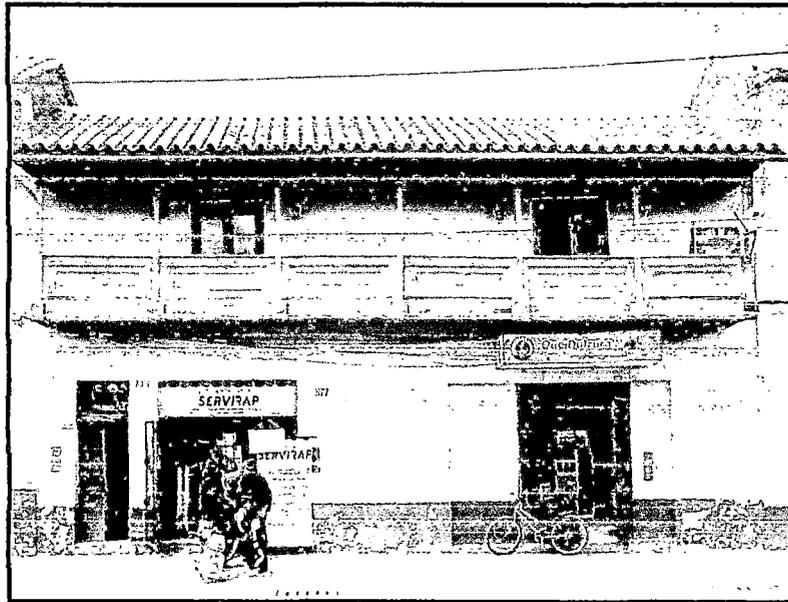


Figura 2.4.- Edificación de adobe de 2 niveles en regular estado de conservación con cobertura liviana de teja y con presencia de balcón de madera.

2.2.2. Edificaciones de Albañilería:

Las edificaciones de albañilería en el centro histórico de la ciudad de Jauja, son aquellas en donde se construyeron muros portantes y tabiques con unidades de ladrillo de arcilla o bloquetas de concreto, unidos con mortero de cemento y arena gruesa, confinados con columnas y vigas de amarre, con un diafragma rígido conformado por una losa aligerada de concreto reforzado, cuya función es la de proveer ductilidad a la estructura; se caracteriza por ser una tecnología constructiva adecuada para la zona, de mediano costo y con propiedades sismorresistentes. Sin embargo debido a la falta de supervisión en la construcción de las mismas estas presentan muros sin confinamiento vertical ni horizontal, excesiva distancia entre muros y parapetos inadecuadamente arriostrados a la estructura, lo que les hace vulnerables ante un evento sísmico.



Figura 2.5.- Edificación de albañilería de 2 niveles sin confinamiento horizontal en el último nivel y con cobertura liviana de teja.

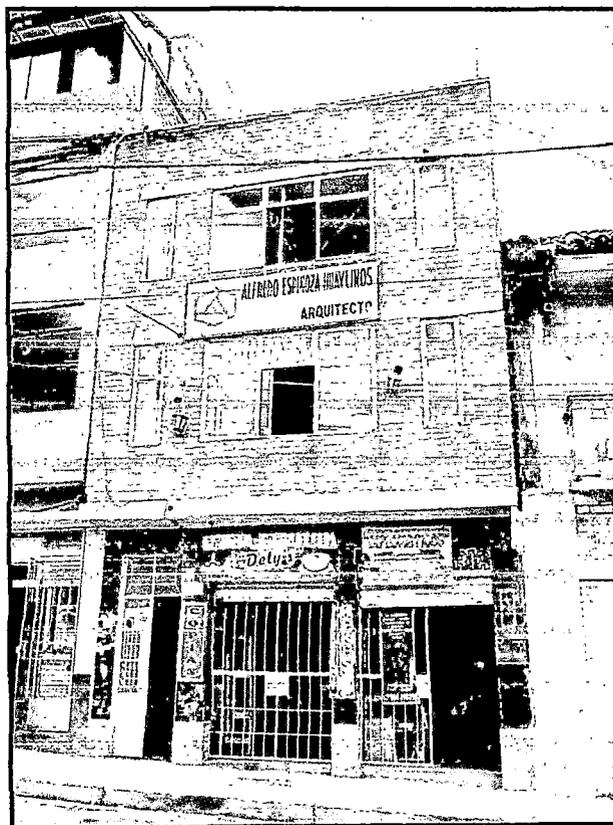


Figura 2.6.- Edificación de albañilería de 3 niveles con parapetos no confinados en sus aleros.

2.2.3. Edificaciones de Concreto Armado:

Las edificaciones de concreto armado son las que en menor número se encuentran en la zona de estudio. Estas edificaciones se caracterizan por presentar mayores dimensiones en vigas y columnas con respecto a las dimensiones de vigas y columnas de las edificaciones de albañilería. Así mismo los tabiques se encuentran aislados de los elementos resistentes, además presentan muros de concreto armado y losas aligeradas, los cuales brindan rigidez a la estructura.

Es una tecnología constructiva moderna con propiedades sismorresistentes adecuadas, de mediano a gran costo dependiendo de las secciones de los elementos estructurales y de los niveles a construir.



Figura 2.7.- Edificación con columnas, vigas y muros de concreto armado con 3 años de antigüedad en buen estado de conservación.

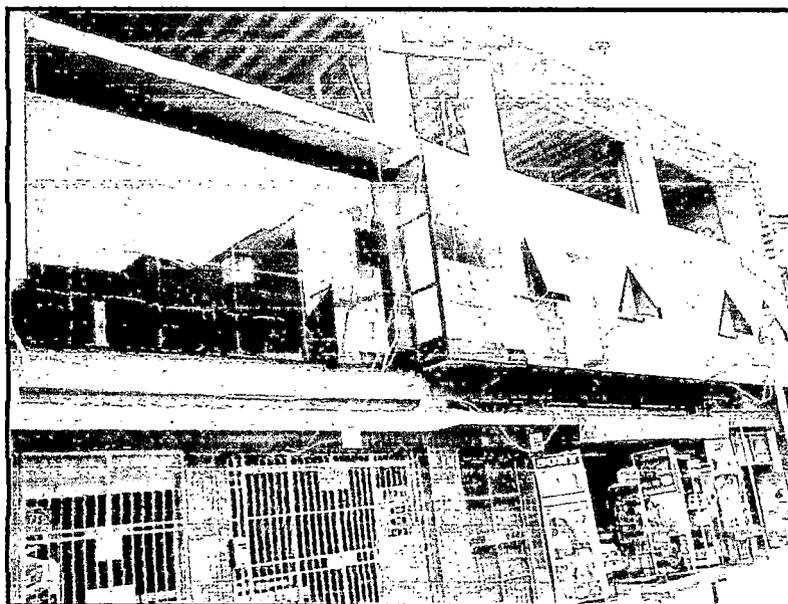


Figura 2.8.- Edificación con columnas, vigas de concreto con 6 años de antigüedad en buen estado de conservación. Sin embargo presenta piso blando.

2.3. RESUMEN

En el presente capítulo se describen los aspectos más relevantes de la ciudad de Jauja tales como: ubicación, morfología y evolución urbana, hidrografía, clima, población, vías de comunicación, actividad económica así como la delimitación del ámbito en estudio.

También se muestran de manera global las edificaciones a evaluar dentro del centro histórico de la ciudad de Jauja, se han evaluado un total de 1,017 edificaciones; la tipología predominante corresponde a construcciones de adobe y albañilería con porcentajes de incidencia de 68.9% (702 edificaciones) y 29.9% (303 edificaciones) respectivamente, mientras que las construcciones de concreto armado tan solo representan el 1.2% (12 edificaciones).

Las edificaciones de adobe tienen una respuesta deficiente ante los sismos, esto se debe al elevado peso de este tipo de estructuras, a su poca resistencia en tracción y a su reducida adherencia entre el adobe y el mortero, ocasionando que la edificación falle.

Las edificaciones de albañilería están conformadas por muros portantes y tabiques de ladrillo de arcilla principalmente, unidos monolíticamente con columnas, vigas y losa aligerada. Esta tecnología constructiva es adecuada

para la zona en estudio debido al costo moderado y con propiedades sismorresistente. Sin embargo debido a la falta de supervisión en la construcción de las mismas estas presentan muros sin confinamiento vertical ni horizontal, excesiva distancia entre muros y parapetos inadecuadamente arriostrados a la estructura, lo que les hace vulnerables ante un evento sísmico.

Por otro lado las edificaciones de concreto armado son una tecnología constructiva moderna con propiedades sismorresistentes adecuadas, de mediano a gran costo dependiendo de las secciones de los elementos estructurales y de los niveles a construir.

CAPÍTULO III

ASPECTOS GENERALES DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

3.1. GENERACIÓN DE SISMOS

La generación de los eventos sísmicos se apoya en varias teorías descritas a continuación.

3.1.1. Deriva continental

La teoría de la Deriva continental fue propuesta por el meteorólogo alemán Alfredo Wegener en el año 1912. Esta teoría sostiene que aproximadamente hace 200 millones de años, los continentes en sus inicios, formaban una gran masa unificada a la que Wegener denominó Pangea (ver Figura 3.1). Está a través del tiempo y tras procesos tectónicos, se fraccionaría para finalmente formar lo que actualmente son los continentes. Wegener observó que existía una notable semejanza entre el contorno de la costa occidental de África y la costa oriental de Sudamérica, lo cual se vio reforzado por posteriores estudios que revelaron que existe continuidad geológica entre África y Sudamérica.

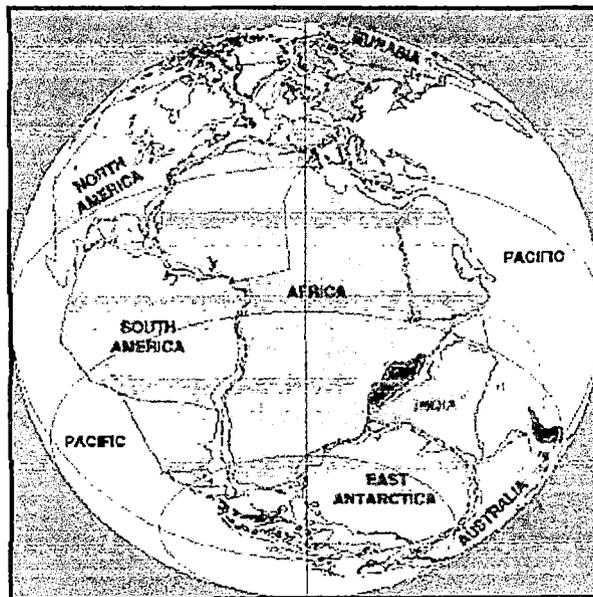


Figura 3.1.- Teoría de la Deriva Continental propuesta por Wegener (Pangea).

Por otra parte, esta teoría sostenía también que la naturaleza de los fondos marinos era totalmente diferente a la naturaleza de los continentes. No fue hasta la década de los 1960, tras un levantamiento de los fondos oceánicos por parte de la Armada Norteamericana, que lo dicho por Wegener, en efecto, fue confirmado. Asimismo, se encontró que los océanos se encuentran surcados por las cadenas montañosas interrumpidas, por

alrededor de 80,000 km de longitud, a las que se denominó dorsales Oceánicas.

No obstante, la teoría de la Deriva Continental fue cuestionada por no poder explicar el cómo los continentes y los fondos marinos constituidos por rocas podrían desplazarse a través de los mares sin hundirse. Esta interrogante fue resuelta en el año 1963, luego de progresivas investigaciones y numerosas pruebas científicas, con la teoría de la **"Expansión de los Fondos Oceánicos"**, que sostenía que los fondos marinos se mueven arrastrando consigo los continentes. Así, la teoría de la "Deriva Continental" explicaba satisfactoriamente el origen de los continentes y los océanos de la actualidad.

3.1.2. Teoría del rebote elástico

La teoría del **"Rebote Elástico"** fue propuesta por Reid en el año de 1910 tras el terremoto de San Francisco (California, EUA). Esta teoría sostiene que al desplazarse continuamente una parte de la superficie terrestre respecto a otra adyacente, se distorsionan las masas rocosas acumulando energía y al llegar al estado límite de su resistencia desencadena en una ruptura. Finalmente la parte distorsionada recupera su posición inicial, marcándose entre una y otra zona un desfase permanente que se observa a través de líneas viales en carreteras, líneas de árboles y cercos.

3.1.3. Teoría de Expansión de los fondos oceánicos

La teoría de la **"Expansión de los Fondos Oceánicos"** que sostiene que el movimiento de los fondos marinos, no solo significó un complemento espléndido para la teoría de Wegener, sino que constituyó el inicio de una nueva concepción en el estudio de los mecanismos de generación de sismos, dando origen a la Nueva Tectónica Global. La explicación del movimiento de los fondos marinos fue sustentada con los estudios de **"La Cordillera Medio Oceánicas"** y **"Zona de Subducción"**.

3.1.4. Nueva tectónica global

La Nueva Tectónica Global presenta un enfoque objetivo del movimiento de placas y la generación de sismos en la tierra. Tal es así, que físicamente se comprende las causas y la forma en que la energía se acumula en zonas

muy restringidas de la tierra y de qué manera ocurren los diferentes tipos de sismos.

La explicación más aceptada del origen del movimiento de las placas recae en un equilibrio termo-mecánico de los materiales de la tierra. La parte superior de Manto está en contacto con la corteza, que se encuentra a menor temperatura, mientras la parte inferior está en contacto con el núcleo externo, que se encuentra a mayor temperatura. La variación de la densidad del Manto con la temperatura produce la situación inestable de tener un material más denso (más frío) apoyándose sobre la cima de un material menos denso (más calientes). Eventualmente, el material más denso empieza a sumergirse bajo la acción de la gravedad y el material menos empieza a ascender. El material descendido gradualmente se calienta y se vuelve menos denso; eventualmente, se moverá lateralmente y empezará a ascender otra vez. Secuencialmente, el material enfriado empezará a sumergirse. Este proceso es conocido como "convección".

La corriente de convección en la roca semifundida del manto, presentada en la Figura 3.2, impone esfuerzos de corte en el fondo de las placas, desplazándolas lentamente en varias direcciones a través de la superficie de la tierra.

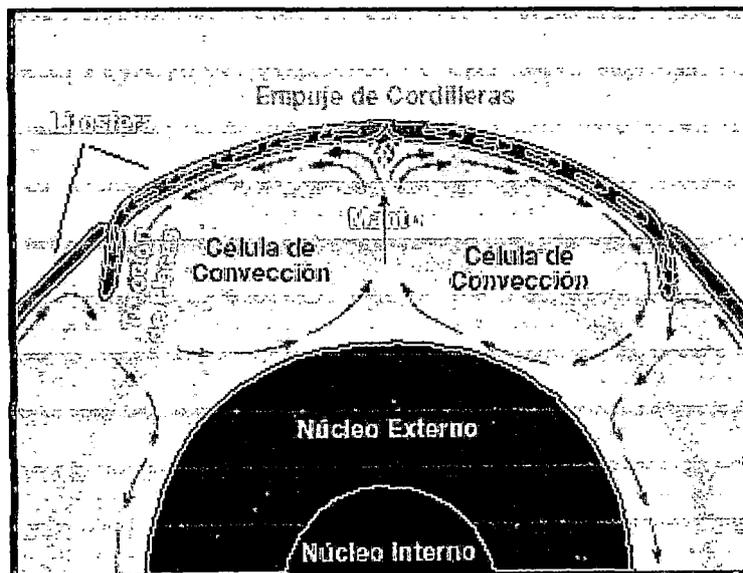


Figura 3.2.- Corriente de convección en el manto (Kramer, 1996)

La comprobación de que las placas oceánicas se generan en las dorsales y se consumen en las zonas de subducción, y la ubicación precisa de los sismos, ha llevado a concluir que la superficie terrestre está formada por grandes placas y otras de menores dimensiones, las cuales se ilustran en la Figura 3.3.

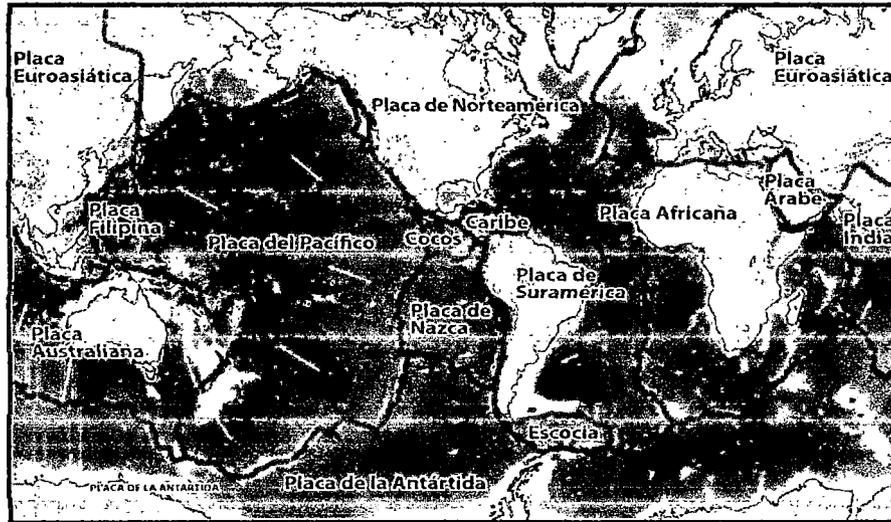


Figura 3.3.- Distribución de las placas tectónicas en el mundo (GSHAP)

3.2. TIPOS DE SISMOS Y SU LOCALIZACIÓN

3.2.1. Tipos de sismos

Los bordes de las placas constituyen zonas de estudio de gran interés desde el punto de vista sismotectónico, debido a que en estas ocurren fenómenos bien diferenciados que originan movimientos sísmicos de diferentes tipos. Más del 80% de los sismos en el mundo ocurren en el Cinturón de Fuego Circumpacífico, en el que se ubican las costas occidentales de Sudamérica y por analogía la costa peruana. Por tal motivo el Perú se encuentra situado en una zona de alta peligrosidad sísmica.

3.2.1.1. Sismos superficiales

Ocurren en el borde donde se generan las placas tectónicas y en las zonas cercanas a este. Se subdividen en dos grupos:

- a) **Sismos tipo dorsal oceánica:** Se originan por el tipo de Falla Normal, causado por la tensión de separación de las placas en direcciones opuestas. Se caracterizan por la secuencia de los sismos de pequeña magnitud, acompañadas de actividad volcánica.

b) Sismos tipo transformación: Se originan por el corrimiento en las fracturas transversales y ocurren a lo largo de estas, produciendo movimiento relativo horizontal en ambos lados de la fractura. Se caracterizan por presentar en su mayoría magnitudes intermedias (alrededor de 7° en la escala de Richter), siendo muy destructivos por ser tan superficiales y llegando en algunas oportunidades a producir corrimientos visibles de la falla.

3.2.1.2. Sismos en zona de subducción

Se producen en los extremos donde se consumen las placas tectónicas. Estas acumulan gran cantidad de energía durante décadas o incluso siglos al introducirse debajo de otras, avanzando en sentido contrario, comprimiéndose y provocando finalmente la ruptura de grandes volúmenes de roca (liberación de energía), lo que se traduce en terremotos de gran magnitud (más de 8° en la escala de Richter). Este es el caso de la Placa de Nazca, la cual subduce bajo la placa Sudamericana frente al Perú a razón de 8 a 10 cm/año. En esta zona de subducción, los sismos que se generan en la denominada superficie de Benioff, alcanzan profundidades de hasta 700 km.

a) Sismos de interfase: Ocurren en la superficie de contacto entre la placa oceánica de subducción y la placa continental.

b) Sismos de intraplaca: Ocurre dentro de la placa oceánica que subduce bajo la placa continental.

3.2.1.3. Sismos de corteza superficial

Se producen por deformaciones corticales que ocurren dentro de la placa continental en lugares donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de acomodación en el interior y superficie de la tierra. Son originados por la ruptura violenta de masas rocosas a lo largo de fallas o superficies de fracturas.

La Figura 3.4 muestra un esquema de los distintos tipos de sismos anteriormente descritos.

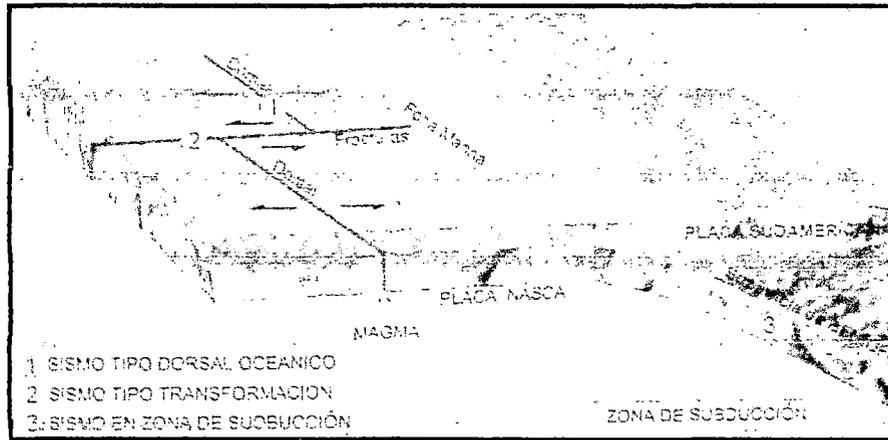


Figura 3.4.- Zona de subducción y tipos de sismos (Kuroiwa-Red. de desastres).

3.2.2. Localización de eventos sísmicos

Los sismos resultan de una ruptura de la roca a lo largo de una falla, y aun cuando la ruptura podría envolver miles de kilómetros cuadrados de una superficie plana de falla, debe iniciarse en algún lugar. El punto en el cual inicia el proceso de ruptura y se originan las primeras ondas sísmicas es denominado el **foco** o **hipocentro** del sismo (Figura 3.5). Del foco, la ruptura se extiende a través de la falla a velocidades de 2 a 3 km/s (Bolt, 1989). Aun cuando la ruptura de falla puede extenderse a la superficie del suelo, el foco es localizado a una *profundidad focal* o *profundidad hipocentral* debajo de la superficie de la tierra. El punto que resulta de la proyección vertical del foco sobre la superficie de la tierra es denominado **epicentro**. La distancia en la superficie del suelo entre un observador específico y el epicentro es conocido como distancia epicentral, y la distancia entre el observador y el foco es denominado distancia focal o distancia hipocentral.

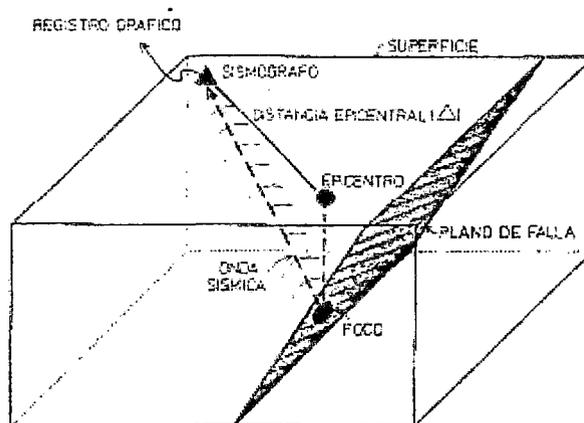


Figura 3.5.- Ilustración esquemática de la detección de un sismo.

Generalmente, la localización de un sismo es inicialmente especificada en términos de la ubicación de su epicentro. La localización epicentral preliminar es fácil de comprender, sin embargo el refinamiento de la localización final puede ser considerablemente más complejo. La localización preliminar está sujeta al tiempo relativo de llegada de las ondas P y S a un conjunto de al menos tres sismógrafos. Debido a que la sondas P viajan más rápido que la onda S, estas llegaran primero a un determinado sismógrafo. La diferencia de los tiempos de llegada dependerá de la diferencia de entre las velocidades de las ondas P y S, y de la distancia entre el sismógrafo y el foco del sitio, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$d = \frac{\Delta t_{p-s}}{\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}}$$

Dónde:

Δt_{p-s} : Diferencia del tiempo de llegada de la primera onda P y S.

V_p : Velocidad de propagación de la onda P.

V_s : Velocidad de propagación de la onda S.

En lechos de rocas, las velocidades de las ondas P son generalmente de 3 a 8 km/s y las velocidades de las ondas S fluctúan de 2 a 5 km/s. Individualmente, con cualquier sismógrafo es posible determinar la distancia epicentral pero no la dirección del epicentro del sismo. Este limitado conocimiento es expresado gráficamente dibujando un círculo de radio igual a la distancia epicentral. Cuando la distancia epicentral de un segundo sismógrafo es dibujado como un círculo alrededor de su localización, la posible ubicación del epicentro es limitado a los dos puntos de intersección de los círculos. En consecuencia, es necesario un tercer sismógrafo para identificar la ubicación más probable del epicentro (Figura 3.6).

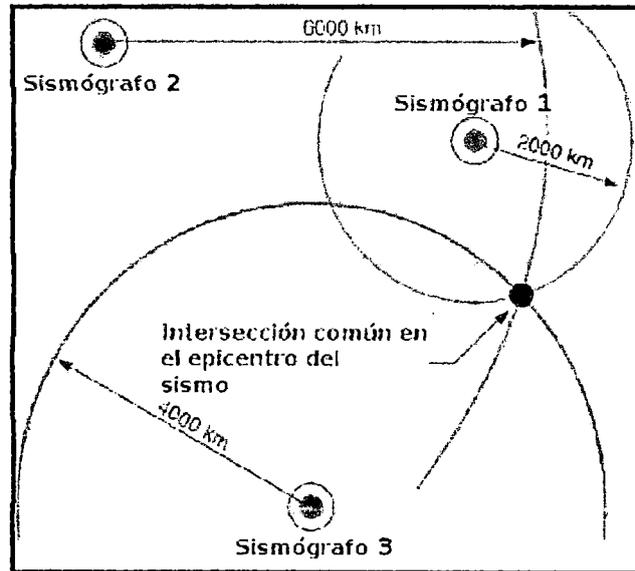


Figura 3.6.- Método gráfico de localización de un epicentro con 3 sismógrafos.

3.3. ONDAS SÍSMICAS

Ante la ocurrencia de un evento sísmico, diferentes tipos de ondas sísmicas son producidas. Estas pueden ser: ondas de cuerpo y ondas superficiales (ver Figura 3.7).

3.3.1. Ondas de cuerpo

Las ondas de cuerpo tienen su origen en el proceso de ruptura y viajan a través del interior de la tierra. Son de dos tipos ondas P y ondas S.

- Ondas primarias (P):** Poseen una velocidad superior a las ondas S, por la cual son las primeras en llegar al punto de observación. Se caracterizan por ser longitudinales, volumétricas y compresionales, es decir, con este tipo de ondas, las partículas vibran en dirección a la irradiación de energía.
- Ondas secundarias (S):** Se denominan también ondas de corte y son más lentas que las ondas P. Se caracterizan por portar la mayor cantidad de energía que se irradia, por ser transversales, distorsionales y cortantes, es decir, con este tipo de ondas, las partículas vibran perpendicularmente a la irradiación de energía.

La velocidad a la cual viajan las Ondas de Cuerpo varía con la rigidez de los materiales a través de los que estas viajan. Debido a que los materiales geológicos son los más rígidos en compresión, las ondas P viajan más

rápido que otras ondas sísmicas y son por lo tanto las primeras en llegar a un sitio específico. En cambio los fluidos no pueden sostener las ondas "S" debido a que no tienen rigidez de cizallamiento.

3.3.2. Ondas superficiales

Estas ondas presentan una velocidad menor que las ondas de cuerpo (P y S) y resultan de la interacción entre las ondas de cuerpo, las capas superficiales y la superficie de la tierra. Es decir, las ondas superficiales tienen lugar cuando las capas superficiales de la corteza terrestre son sacudidas por las ondas sísmicas P y S que se vuelven a irradiar por la superficie terrestre con amplitudes que decrecen exponencialmente con la profundidad. Las ondas superficiales son más notables a distancias más alejadas del origen del sismo debido a la naturaleza de la interacción requerida para producirlas. A distancias más grandes alrededor de 2 veces el espesor de la corteza terrestre, las ondas superficiales, en mayor medida que las ondas de cuerpo, producirán movimientos picos del suelo.

Las ondas superficiales más importantes, para propósitos ingenieriles, son las ondas Love y las ondas Rayleigh.

- a) **Ondas Love (L):** Las partículas vibran en una trayectoria elíptica en un plano horizontal.
- b) **Ondas rayleigh (R):** Las partículas vibran en una trayectoria elíptica en un plano vertical.

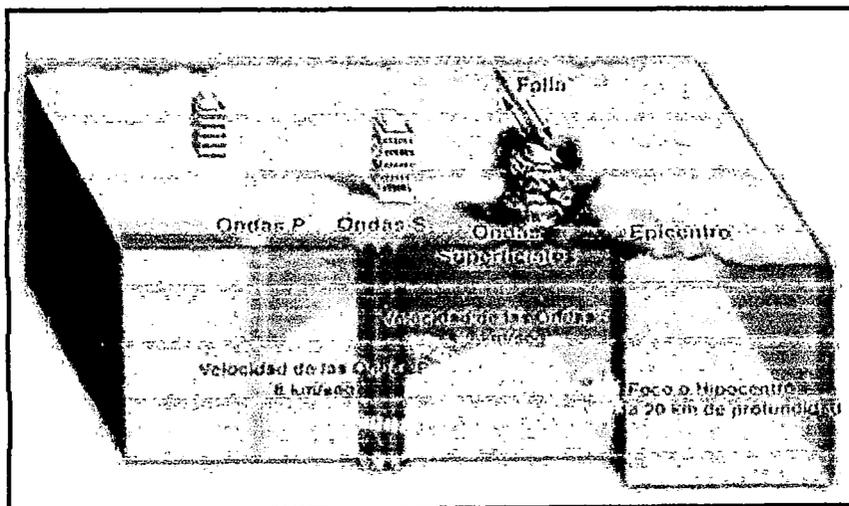


Figura 3.7.- Visualización de los tipos de ondas sísmicas: cuerpo y superficiales

3.4. PELIGRO SÍSMICO

La Peligrosidad sísmica es la probabilidad de que ocurra un fenómeno físico como consecuencia de un terremoto, como puede ser el movimiento mismo del terreno, así como la licuefacción, los deslizamientos de tierra, inundaciones, rupturas de fallas, etc. a los que llamaremos efectos colaterales de un terremoto. El tamaño y localización de estos efectos colaterales dependen de diversos factores, principalmente de las características geológicas y geotécnicas de la zona, pero indudablemente de las características del terreno (hipocentro, mecanismo, magnitud, duración, contenido frecuencial, etc.).

En la estimación del peligro se utilizan métodos o modelos probabilísticos simplificados basados en el establecimiento de leyes estadísticas para definir el comportamiento sísmico de una zona, las fuentes sísmicas y la atenuación del movimiento del suelo, expresando los resultados en forma de tasas de excedencia de los distintos niveles de intensidad del movimiento o a los valores máximos de aceleración esperados en un lugar y en un intervalo de tiempo determinado. Sin embargo estos modelos involucran una gran cantidad de incertidumbres lo que lleva inevitablemente a ser estimados a partir de la extrapolación de datos, a la adaptación de estudios de otras regiones para que estos modelos sean completamente funcionales y en muchos casos a la simplificación de los mismos.

En la figura 3.8 puede observarse el mecanismo de propagación de la energía de un sismo desde el foco o hipocentro hasta el emplazamiento de una estructura. Cuando se produce un terremoto con determinadas características (profundidad del foco, mecanismo focal, magnitud, etc.), parte de la energía disipada se convierte en ondas sísmicas. Al propagarse por la tierra, dichas ondas se reflejan, refractan, atenúan o amplifican, llegando en forma de excitación sísmica X_1 al basamento rocoso que se encuentra debajo del emplazamiento de una estructura. Las ondas sufren un nuevo filtrado a través de la función de transferencia "A" correspondiente a las capas del suelo que se encuentran entre el basamento y la superficie, por lo que se obtiene la señal X_2 . Debido al fenómeno de interacción suelo – estructura, descrito por la función de transferencia "I", la señal sufrirá nuevos cambios hasta obtenerse la señal X_3 , que será la excitación en la base del

edificio. La respuesta de la estructura X_4 es el resultado de la convolución de la señal X_3 por la función de transferencia "D" de la estructura.

La evaluación de las funciones de transferencia "I" y "D" es un problema de ingeniería estructural y/o geotecnia, mientras que el cálculo de la función de transferencia "A" y la evaluación de la excitación X_1 , deben de resolverse mediante estudios de peligrosidad. En otras palabras, mediante los estudios de peligrosidad se proporciona una estimación de la severidad del terremoto en el lugar en cuestión.

Los estudios de peligrosidad sísmica a escala regional también conocidos como estudios de macrozonificación evalúan el parámetro X_1 , mientras que los estudios de peligrosidad a escala local, o de microzonificación, tienen como objetivo la determinación de la función de transferencia "A" y por ende de la señal X_2 . Estos estudios requieren investigaciones detalladas en varios campos tales como Geofísica, Geología y Geotecnia.

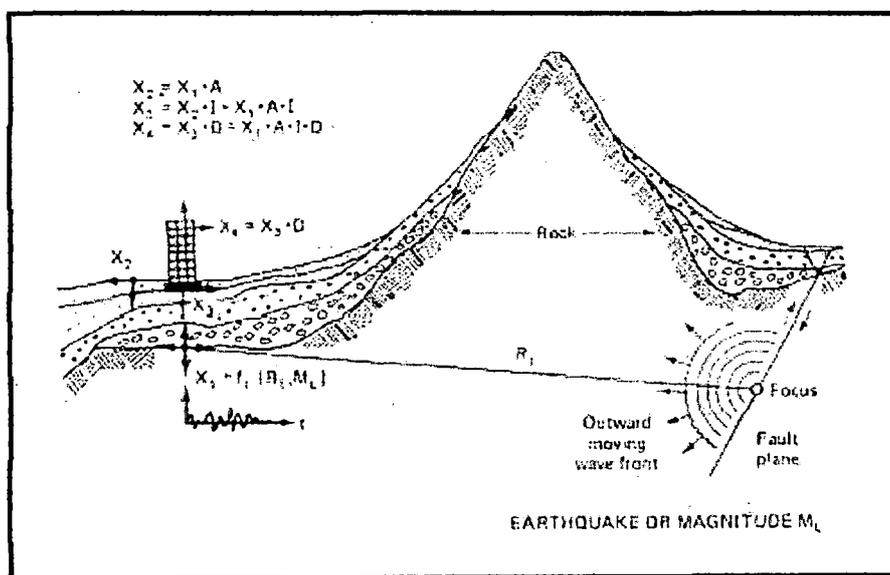


Figura 3.8 Mecanismo de propagación de la energía sísmica desde el hipocentro hasta el emplazamiento de la estructura (Bertero, 1992).

3.4.1. Sismicidad

La sismicidad que originalmente ha sido considerada como la distribución espacio - tiempo de los terremotos en la tierra y de sus efectos destructivos obtenidos a partir de la recopilación histórica de los datos, ha dado origen a los catálogos sísmicos. Con los avances de la sismología instrumental y el

desarrollo de nuevos conceptos teóricos en el marco de la sismología se han confeccionado catálogos cada vez más completos.

3.4.2. Sismicidad global

La localización de epicentros de los terremotos en el planeta muestra cuales son las zonas sísmicas más activas. La primera, el denominado “cinturón circumpacífico”, que tiene una extensión de 40,000 kilómetros, comprende toda la parte oeste del continente americano desde Alaska hasta el sur de Chile y desde la parte norte de las islas Aleutianas siguiendo la costa y las islas Rusia, China, Japón, Indonesia y Nueva Zelanda. Más del 80% de la energía liberada por los terremotos anualmente en el mundo corresponde a dicha zona. Otro porcentaje importante (17%) ocurre en un segundo denominado “cinturón Transasiático” comprende zonas del Himalaya, Irán, Turquía, Mar Mediterráneo, Sur de España.

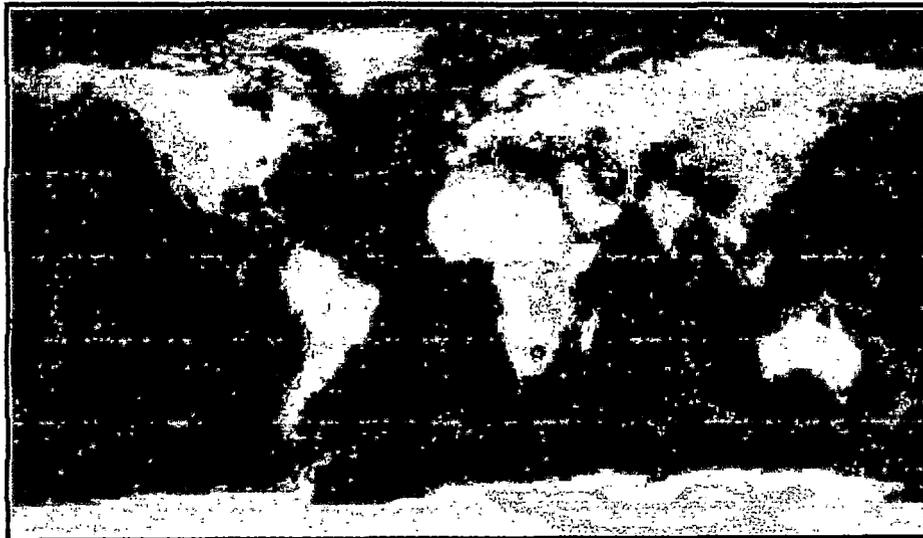


Figura 3.9.- Sismicidad global (GSHAP).

Uno de los trabajos más recientes sobre peligrosidad sísmica fue el proyecto piloto desarrollado por el “Programa de Evaluación de Peligrosidad Sísmica Global” (GSHAP, 1999) en la década internacional para la reducción de desastres naturales, declarada por la ONU. Este trabajo se desarrolló uniendo mapas parciales elaborados por las diferentes regiones y áreas de prueba. El mapa describe la aceleración máxima del terreno, con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años, correspondiente a un período de retorno de 475 años.

La clasificación del suelo en general se consideró roca, a excepción de Canadá y EEUU, donde se supone que las condiciones de suelo correspondían a un suelo rocoso - firme. El mapa (Figura 3.10) dibuja los niveles probables del movimiento del terreno en una escala de colores de menor probabilidad (blanco) a mayor probabilidad (oscuro). Los colores del mapa se eligieron para delinear aproximadamente la peligrosidad correspondiente al nivel actual de la misma. El nivel más claro representa una peligrosidad baja, mientras que el más intenso, representa una alta peligrosidad.

Específicamente el blanco y el verde corresponden a valores entre 0 y 8% de g (donde g es la aceleración de la gravedad); el amarillo y el naranja corresponden a una peligrosidad moderada entre 8 y 24 % de g ; el color rosa y rojo corresponden a una peligrosidad alta entre 24 y 40 % de g ; mientras que el rojo oscuro y el color café corresponden a una peligrosidad muy alta con valores superiores al 40 % de g . En general los sitios con peligrosidad alta ocurren en áreas delimitadas por las diferentes placas tectónicas que conforman el planeta.

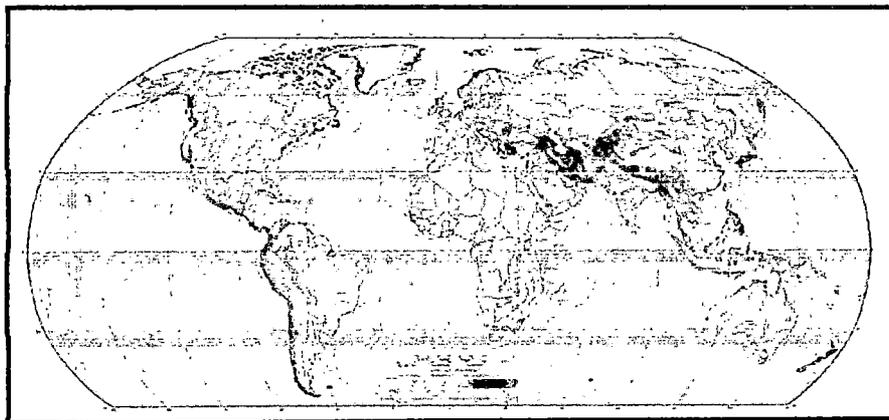


Figura 3.10.- Mapa de peligrosidad sísmica global (GSHAP, 1999).

3.4.3. Sismicidad en el Perú

El Perú se encuentra en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo la placa Sudamericana (continental), generando frecuentemente terremotos de magnitud considerable. Un segundo tipo de actividad sísmica está producido por las deformaciones corticales presentes a lo largo de la Cordillera Andina, con

sismos menores en magnitud y frecuencia. La distribución y origen de los terremotos en el Perú han sido tema de diversos estudios utilizando datos a fin de estudiar la geometría de la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Los Andes son un claro ejemplo de cordillera formada como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. Ésta cordillera se extiende a lo largo del continente sudamericano, desde Venezuela hasta el sur de Chile.

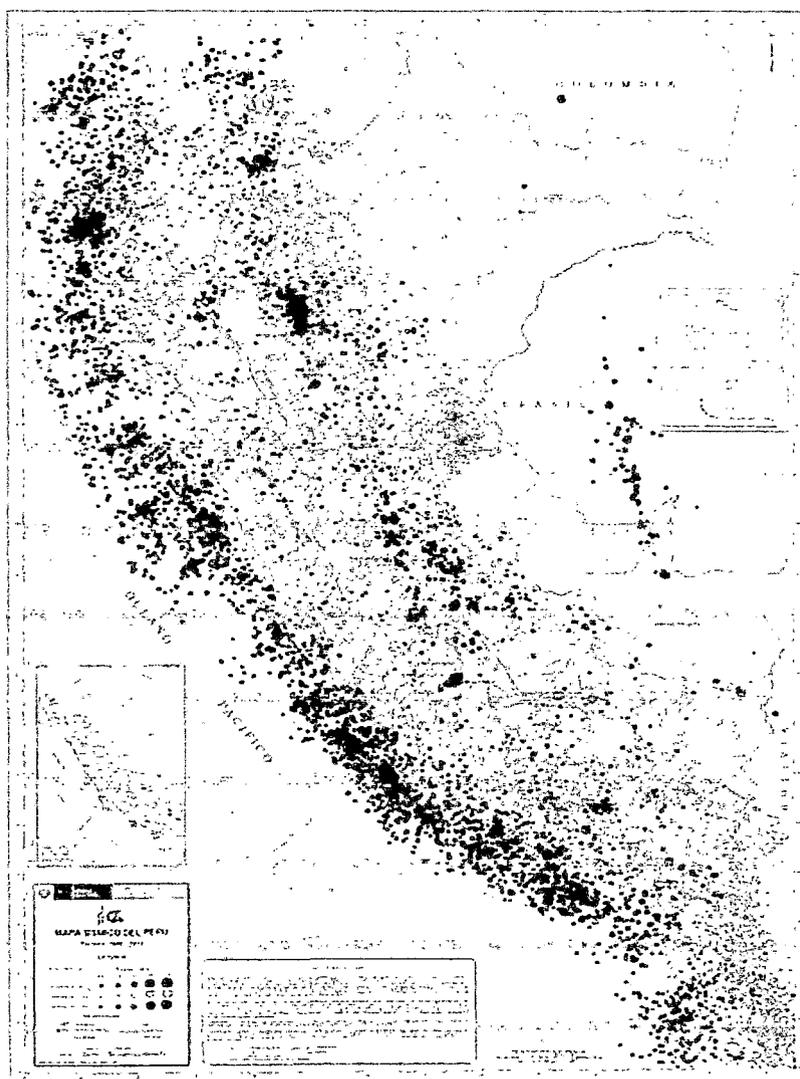


Figura 3.11.- Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1964 y 2011. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos (Tavera, 2011-IGP).

3.5. EVALUACIÓN DE LA SISMICIDAD

Existe una gran variedad de incertidumbre en la predicción, ubicación y cuantificación de la fuerza sísmica. Los terremotos varían ampliamente en el tamaño o liberación de la energía, es decir, pueden ser desde pequeñas fracturas a grandes deslizamientos a lo largo de varios kilómetros de una falla. Un terremoto pequeño que ocurre a pocos kilómetros de la superficie, se puede detectar sin necesidad de instrumentos, pero un terremoto grande el cual ocurre a muchos kilómetros por debajo de la superficie sólo será detectado mediante ellos (instrumentos).

En las últimas décadas ha existido un avance en el estudio de la sismología técnica y computacional que ha permitido reducir la variabilidad en la evaluación de los movimientos del terreno. El tamaño de un terremoto se puede caracterizar por la intensidad, magnitud o por el momento sísmico, siendo éste último la caracterización más adecuada, debido a que está relacionado directamente con el producto del área de la ruptura de la falla y el desplazamiento promedio de la misma.

3.5.1. Magnitud sísmica

Es una medida indirecta de la cantidad total de energía que se libera por medio de las ondas sísmicas durante el evento sísmico, la que puede estimarse de las amplitudes de las ondas sísmicas registradas en los sismógrafos. Éstos registran los sismos que ocurren en todo el mundo. Con los registros, llamados sismogramas, es posible determinar el epicentro, la profundidad focal y calcular la magnitud del sismo.

Las diferentes formas de medir las magnitudes utilizan las amplitudes de algunas ondas sísmicas, tales como las superficiales (s) y las de cuerpo (b), que han sido registrados por equipos calibrados. Entre las escalas de magnitud más usadas y conocidas tenemos:

3.5.1.1. Magnitud local Richter:

La escala de magnitud local Richter es la más conocida y usada, pero no siempre es la más apropiada para describir el tamaño de un sismo. Está expresada en números arábigos con aproximación a las décimas. Dado que la relación entre la escala de magnitud y la energía es expresado exponencialmente ($10^{1.5} = 31.5$), un grado de diferencia entre dos sismos

significa que uno es 31.5 veces más grande que el otro. En 1935, Charles Richter usando un sismómetro Wood-Anderson, definió esta escala para sismos superficiales o poco profundos y para sismos locales (distancias epicentrales menores que 600 Km) en el sur de California (Richter, 1935). Richter definió esta escala de magnitud como el logaritmo (en base 10) de la máxima amplitud trazada (en micrómetros) registrada en un sismómetro Wood-Anderson localizado a 100 Km del epicentro del sismo. La Magnitud Local Richter no distingue entre los diferentes tipos de ondas, sin embargo han sido desarrolladas otras escalas de magnitud que basan su estimación en una amplitud de onda en particular.

3.5.1.2. Magnitud de ondas superficiales, M_s :

La escala de magnitud de Ondas Superficiales (Gutenberg y Richter, 1936) está basada en la amplitud de las ondas Rayleigh con períodos de 20 segundos, dado que usualmente, a grandes distancias epicentrales, las ondas de cuerpo son lo suficientemente atenuadas y dispersadas como para que el movimiento resultante sea dominado por las ondas superficiales. Es una escala de extensión mundial y la magnitud es estimada mediante la siguiente expresión:

$$M_s = \log A_0 + 1.66 \log \Delta + 2.0 \quad (3.1)$$

Dónde:

A_0 : es el máximo desplazamiento del suelo en micrómetros.

Δ : es la distancia epicentral del sismómetro medido en grados.

La escala de magnitud de ondas superficiales es comúnmente utilizada para determinar el tamaño de sismos de poca profundidad (profundidades focales menores que 70 Km), distantes (más alejados que alrededor de 1000 Km) y eventos entre moderados y grandes.

3.5.1.3. Magnitud de ondas de cuerpo, m_b :

Para sismos de foco profundo, frecuentemente las ondas superficiales son muy pequeñas como para permitir una evaluación confiable de la magnitud. En tal sentido, la escala de magnitud de ondas de cuerpo m_b (Gutenberg, 1945) está basada en la amplitud de los primeros pocos

ciclos de las ondas P, las cuales no son fuertemente influenciadas por la profundidad focal (Boft, 1989). Es expresada como:

$$m_b = \log A_1 - \log T_p + 0.01\Delta + 5.9 \quad (3.2)$$

Dónde:

A_1 : es la amplitud de onda P en micrómetros.

T_p : es el período de la onda P.

3.5.1.4. Magnitud local, M_L :

Es la magnitud local y se estima a través de una función estadística que correlaciona la duración total del sismo en una estación local de período corto con la magnitud m_b .

3.5.1.5. Magnitud momento, M_w :

Es importante notar que las escalas de magnitud descritas anteriormente son cantidades empíricas basadas en varias mediciones instrumentales de las características de sacudimiento del suelo. Cuando la cantidad total de energía liberada durante un sismo se incrementa, las características de sacudimiento del suelo no necesariamente se incrementan en las mismas proporciones. Para sismos fuertes, las características medidas del sacudimiento del suelo se vuelven menos susceptibles al tamaño de los sismos que para sismos más pequeños. Este fenómeno es definido como saturación. Las escalas de magnitud local Richter y de magnitud de ondas de cuerpo se saturan a magnitudes de 6 a 7 y la escala de magnitud de ondas superficiales se satura alrededor de $M_s = 8$. La Magnitud Momento (Kanamori, 1977; Hanks & Kanamori, 1979) es la única escala de magnitud que no está sujeta a éste fenómeno, puesto que no depende del nivel de sacudimiento del suelo y está basada en el momento sísmico M_0 , el cual es una medida directa de los factores que producen la ruptura a lo largo de la falla. La Magnitud Momento fue propuesta por Kanamori en 1977 y está dada por:

$$M_w = \frac{\log M_0}{1.5} - 10.7 \quad (3.3)$$

Dónde:

M_0 : es el momento sísmico en dinas-cm y está dado por:

$$M_o = \mu A \bar{D} \quad (3.4)$$

Dónde:

μ : es el módulo de rigidez al corte (tn/m², dinas/cm²).

A: es el área de ruptura.

\bar{D} : es el deslizamiento promedio.

La relación entre las diversas escalas de magnitud es mostrada gráficamente en la Figura 3.12. La saturación de las escalas instrumentales es indicada por la tendencia prolongada (horizontal) a un valor de magnitud relativamente mayor.

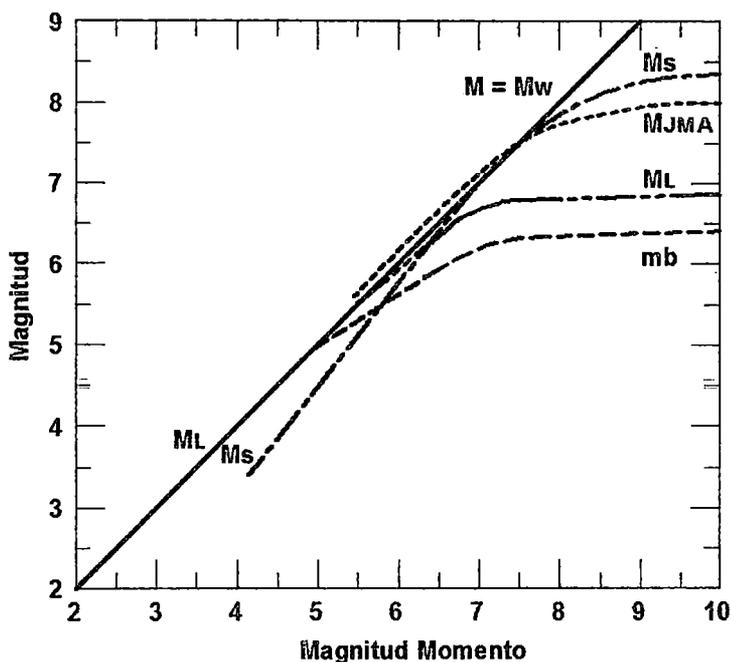


Figura 3.12.- Saturación de las escalas de magnitud.

Bolt (1989) sugiere que M_L o m_b sean usados para sismos superficiales o poco profundos con magnitud de 3 a 7, M_s para magnitudes de 5 a 7.5, y M_w para magnitudes más grandes que 7.5. Como quiera que sea, la homogenización del catálogo sísmico (uniformizar los eventos sísmicos a una determinada escala de magnitud) es un paso importante en estudios de Peligro Sísmico. En tal sentido, existe una tendencia cada vez más amplia al reporte de sismos en escala de magnitud momento, aun cuando su estimación es inevitablemente difícil y existen expresiones en

base a la estadística que relacionan las magnitudes entre algunas escalas.

En resumen, se puede mencionar que la escala de magnitud M_s no representa en todos los casos la dimensión real del sismo, ya sea porque éste no siempre desarrolla adecuadamente las ondas superficiales o porque se produce (en el caso de sismos superficiales de gran energía) la total saturación de la corteza terrestre con energía elástica, impidiendo la generación de ondas superficiales de mayor amplitud. Por otro lado, variaciones en las ondas de cuerpo m_b están única y estrechamente relacionadas a los materiales por los que la onda se propaga. Dado que la escala M_w está en función a los desplazamientos de los bloques de falla y al tamaño de rotura, y no a las vibraciones, constituye la expresión física más próxima a la verdadera dimensión del sismo. Lamentablemente, esta expresión es difícil de calcular, principalmente en sismos pequeños o profundos, sin embargo, existen expresiones semiempíricas de las equivalencias entre magnitudes.

3.5.2. Intensidad sísmica

La intensidad es un parámetro que describe los daños producidos en edificios y estructuras, así como sus consecuencias sobre el terreno y los efectos sobre las personas, por lo que su utilización en la evaluación de daños está muy extendida.

La ubicación gráfica de intensidades reportadas en diferentes ubicaciones sobre un mapa, permite identificar contornos o líneas de igual intensidad, las cuales se conocen como isosistas. Generalmente, la intensidad más grande se encuentra en la vecindad del epicentro del sismo. Los mapas de isosistas muestran como la intensidad decrece, o se atenúa, con el incremento de la distancia epicentral (ver Figura 3.13).

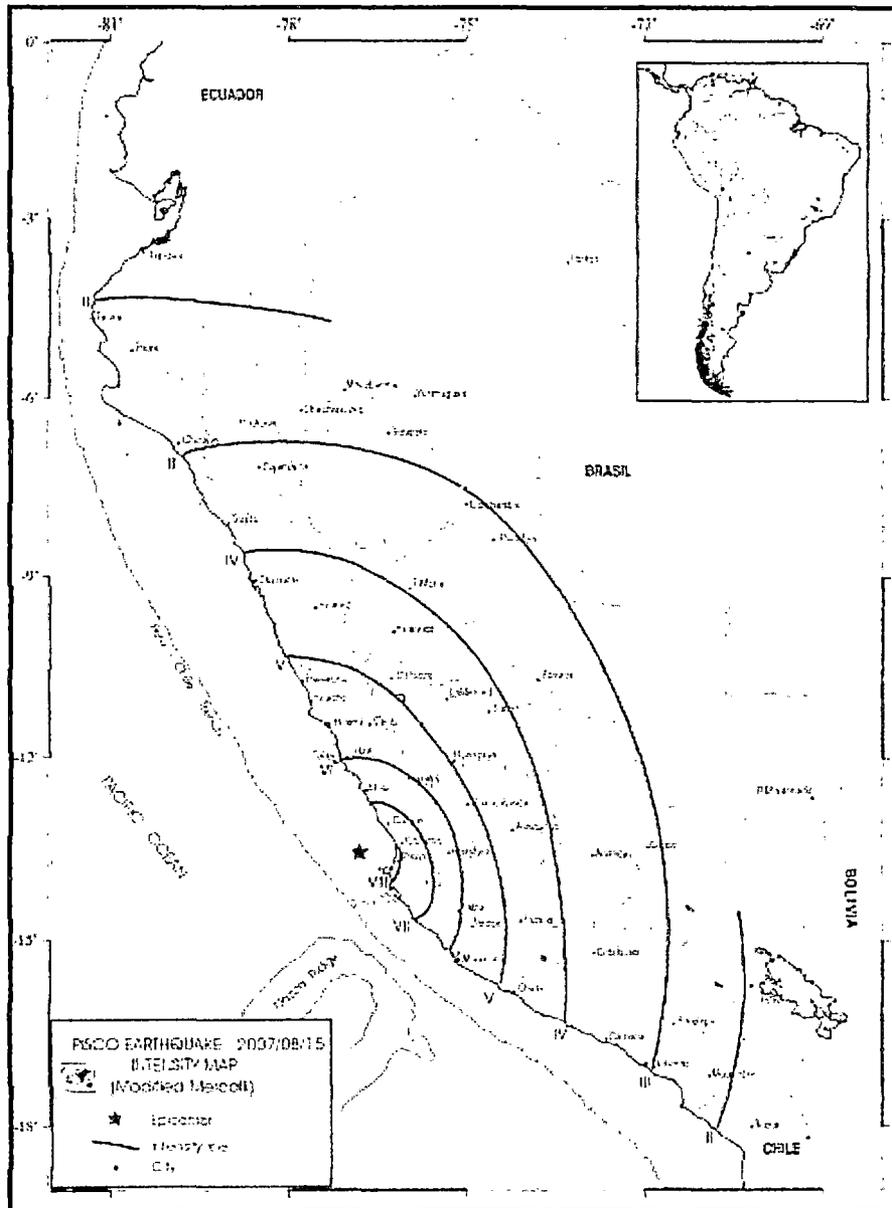


Figura 3.13.- Mapa de Isosistas del sismo del 15 de Agosto de 2007 en el Perú (Tavera et al, 2008).

3.5.3. Escalas de intensidad

Existen diferentes escalas de intensidad en el mundo, las más usadas y conocidas son: la escala de Intensidad Mercalli Modificada (MMI), originalmente desarrollada por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli y modificado en 1931 por Harry Wood y Frank Neuman para una mejor representación de las condiciones en California; y la Medvedev, Spoonheuer y Karnik o MSK (usada en Europa, 1964). A continuación se muestran algunas otras escalas de intensidad:

- a) Agencia Meteorológica Japonesa (JMA): 7 grados.
- b) Forel, Suiza.
- c) Mercalli, Cancani, Sieberg (1902-1904).
- d) Mercalli, Italia (1902).
- e) Revisión de Richter (1956): MM-56, XII grados.
- f) Rossi-Forel (RF; 1883): X grados.
- g) Rossi, Italia (1874-1878).

La Figura 3.14 muestra una comparación entre las escalas MMI, MSK, JMA y RF.

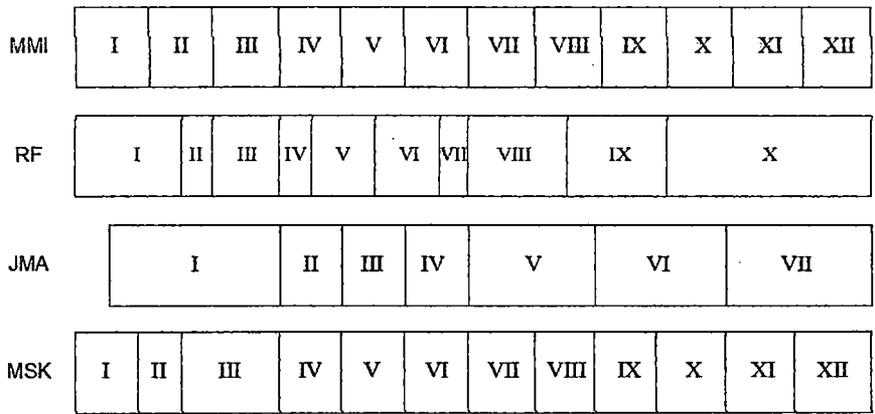


Figura 3.14.- Comparación de los valores de intensidad de las escalas Mercalli Modificada (MMI), Rossi-Forel (RF), Japanese Meteorological Agency (JMA) y Medvedev-Spoonheuer-Karnik (MSK).

3.5.4. Momento sísmico

El momento sísmico de un terremoto "Mo", es quizá el mejor parámetro que se puede utilizar para medir el tamaño de un terremoto. Mientras que la magnitud es una medida conveniente del tamaño de un terremoto determinado directamente de un sismograma, "Mo" es una medida físicamente significativa del tamaño del terremoto sin estar sujeta a los problemas que se encuentran en la magnitud. De hecho, "Mo" está directamente relacionado con los parámetros fundamentales del proceso de falla. Esta medida está siendo cada vez más usada por los sismólogos debido a su mayor fiabilidad.

3.5.5. Energía de un sismo

La energía sísmica total liberada durante un sismo es frecuentemente estimada de la siguiente relación (Gutenberg y Richter, 1956):

$$\log E = 11.8 + 1.5 M_S \quad (3.5)$$

Dónde:

E: es la energía liberada expresada en ergs.

Esta relación fue posteriormente mostrada (Kanamori, 1983) para también ser aplicada en magnitud momento. Ello implica que un cambio de una unidad en magnitud corresponde a un incremento de 101.5 o 32 veces en la energía sísmica liberada. Un sismo de magnitud 5 por lo tanto liberaría sólo alrededor de 0.001 veces la energía de uno de magnitud 7, lo cual evidentemente muestra la ineffectividad de los sismos pequeños frente al incremento paulatino de la gran energía que liberan los sismos muy grandes.

La cantidad de energía liberada por los sismos es frecuentemente difícil de comprender; aun cuando un solo erg es pequeño ($1 \text{ erg} = 7.5 \times 10^{-8} \text{ ft-lb}$), la energía liberada en una bomba atómica del tamaño usado en Hiroshima (equivale a 56,000-ton TNT) correspondería a un sismo de magnitud 6.0. Sobre este fundamento, el sismo de Chile en 1960 ($M_w = 9.5$) liberó una energía aproximada de 1'000,000 de bombas atómicas.

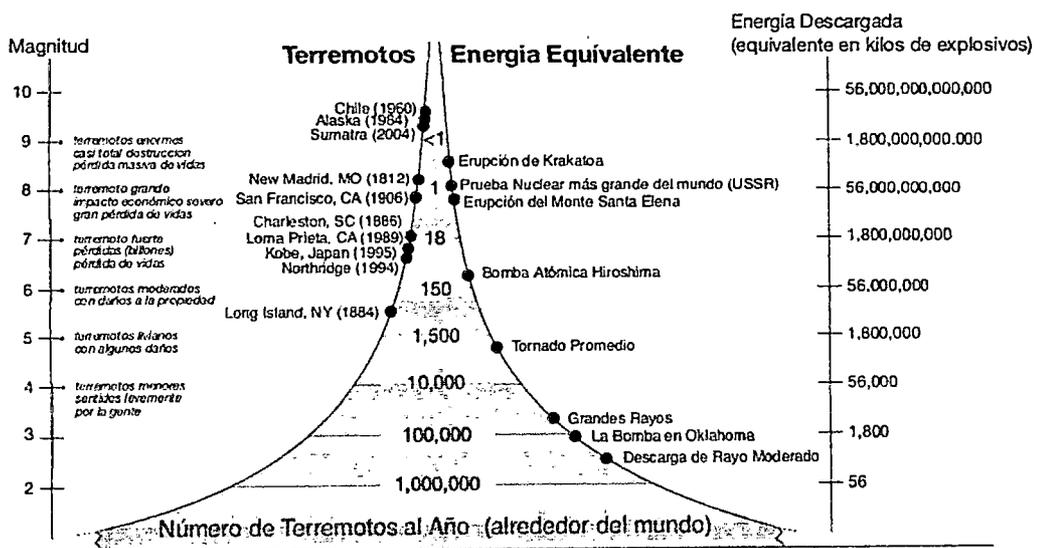


Figura 3.15.- Comparación de la energía liberada de los sismos con toneladas de explosivo (IRIS - Incorporated Research Institutions for Seismology).

3.6. VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica es la medida de la susceptibilidad o la predisposición intrínseca de las estructuras ante un terremoto a sufrir daños. Además es una característica que depende de aspectos como la configuración en planta, variación en altura, densidad mínima de muros en ambos sentidos, sistema resistente a cargas, proceso constructivo, estado de conservación de la estructura.

Los estudios de vulnerabilidad sísmica se pueden aplicar a cualquier obra de ingeniería civil como son edificaciones, presas, carreteras, puentes, taludes, depósitos, centrales nucleares y en general a toda obra en la que se requiera conocer su comportamiento ante un posible terremoto y las consecuencias que puedan producir. La manera más directa de determinar la vulnerabilidad de edificaciones es experimentar "a escala natural" en laboratorios, aplicando fuerzas conocidas hasta que los modelos se destruyan. En general estos tipos de ensayos han sido escasos en América Latina por lo costoso y sofisticado de los experimentos; sin embargo se han realizado algunas pruebas simples y de bajo costo que ayudan a determinar la vulnerabilidad de los diferentes elementos de las construcciones propias de la región, como las viviendas de adobe.

En primera instancia hay que definir el alcance que tendrá la evaluación de la vulnerabilidad sísmica debido a que ésta se puede evaluar de una manera muy específica y de manera exhaustiva las estructuras o de manera general en el estudio a nivel urbano, que es el caso del presente proyecto, para el cual se utilizan metodologías simplificadas y justificadas.

Sin embargo, la realización de estudios a nivel urbano se puede reducir al conocimiento de algunos parámetros básicos para poder clasificar la estructura, en otras palabras al conocimiento de su calidad estructural mediante la aplicación de metodologías simplificadas, las cuales evalúan los parámetros que controlan el daño en las estructuras ante la acción sísmica. Normalmente al plantear la realización de una evaluación de vulnerabilidad sísmica lleva implícito la realización del estudio de grandes áreas para lo cual los estudios a nivel urbano son lo más factible. Por lo tanto, es oportuno aclarar que estos estudios generalmente están englobados dentro de un

enfoque estadístico, por lo que casi todas las estimaciones de la vulnerabilidad tienen niveles significativos de incertidumbres asociados. Gran parte de esto se debe a que las evaluaciones se realizan sin considerar estudios detallados en la construcción, condición y comportamiento de la estructura. A menudo, la evaluación de las edificaciones se realiza mediante una visita técnica para llenar una ficha de evaluación, la cual contiene los parámetros que se tendrán en cuenta en dicha evaluación, basada en observaciones visuales sin referencia en cálculos de comportamiento estructural.

Aunque no existe una metodología estándar o procedimiento para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, algunas instituciones (como la Comisión de Seguridad Sísmica de California, CSSC, 1999) proponen clasificarlas en tres grupos principales, de acuerdo a:

a) La experiencia obtenida en sismos pasados basada en el hecho de que ciertas clases de construcciones tienden a compartir características comunes y a experimentar tipos similares de datos debidos a un terremoto. Sobre la base de esto se han desarrollado una serie de funciones de vulnerabilidad sísmica de edificios, para los cuales solo se requiere identificar la clase de edificios para hacer referencia a la función.

b) La experiencia obtenida en los desarrollos de ingeniería. En este caso, los cálculos estructurales se utilizan para cuantificar la cantidad de fuerza y deformación inducida en la construcción por el movimiento del terremoto, y compararlas con la capacidad de la estructura. En ingeniería las estimaciones de la vulnerabilidad también tienden a tener incertidumbres asociadas con ellas, debido a que en ocasiones es muy difícil cuantificar la capacidad y resistencia exacta de la estructura y también la predicción de la respuesta.

c) Una combinación de ambas, en este caso se utilizan tanto los cálculos estructurales como la experiencia de los datos para estimar la vulnerabilidad, obteniendo menos incertidumbres y permitiendo la calibración de los cálculos estructurales con el comportamiento observado de los edificios.

Una división similar la realizó Dolce et al, 1994 y fue adoptada por Yépez en 1996, para el estudio de una muestra de edificios del Example de Barcelona, agregando un nuevo grupo y refiriéndose a las metodologías como técnicas:

a) Técnicas directas. Estas técnicas predicen directamente el daño causado por un terremoto en la estructura y se dividen en dos principales, las técnicas estadísticas y los métodos mecánicos. Las técnicas estadísticas se basan en la observación y cuantificación del daño causado por un terremoto, denominándolos métodos de vulnerabilidad observada, por lo mismo son empíricas debido a que requieren simples investigaciones de campo y estudios post-terremoto, y subjetivas cuando se emplea el conocimiento y la experiencia de expertos en la evaluación de daño (Capos et al, 1995); estas técnicas son aplicables a edificios a gran escala, donde la aplicación de otros métodos puede resultar costoso. Por otro lado, los métodos mecánicos se basan en la modelación matemática o mecánica de los comportamientos estructurales, denominándolos métodos de vulnerabilidad teórica o calculada (Singhal y Kiremidjian, 1996; Powell y Allahabadi, 1998; Petrovski, et al 1992; Miranda, 1996).

b) Técnicas indirectas. Estas técnicas no proporcionan directamente un daño de los edificios, evaluando previamente un índice de vulnerabilidad de la estructura, es decir, se evalúa primero la calidad estructural del edificio ante cargas sísmicas, para relacionarlas posteriormente con los daños, mediante estudios post-terremoto y estudios estadísticos. Estas técnicas permiten distinguir las diferencias existentes en estructuras de una misma tipología, además que se pueden usarse en evaluaciones sísmicas a gran escala (Asan y Sosen, 1997 Gülkan, et al 1996; Benedetti y Pretini 1984).

c) Técnicas convencionales. Son esencialmente heurísticas y aplicables exclusivamente a estudios de vulnerabilidad a gran escala. Introducen un índice de calidad independiente de la predicción de daño, el cual se utiliza para comparar diferentes edificios en la misma área de estudio (King et al, 1996; Rad y McCormack, 1996). Los estudios dan una medida relativa de la vulnerabilidad de un área determinada, sin embargo son difíciles de comparar cuando se evalúan para edificios de diferentes tipologías estructurales, debido a la diferencia en los factores que se consideran en la evaluación.

d) Técnicas híbridas. Estas técnicas combinan características de las descritas anteriormente de acuerdo al problema que se esté resolviendo. En este trabajo se usara esta técnica, ya que se usara la combinación de las técnicas directas e indirectas mediante el índice de vulnerabilidad (Capos et al, 1995; Yépez, 1996).

3.7. DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES

El daño es un fenómeno que afecta a cualquier tipo de estructura, sin embargo, a partir de ahora se hará referencia únicamente al daño estructural por ser parte del objetivo del presente proyecto. Para tal fin clasificaremos el daño en tres grupos:

a) Daño estructural.- Es el de mayor importancia, ya que éste puede ocasionar que una estructura colapse o en el mejor de los casos que su reparación sea muy costosa. El daño estructural depende del comportamiento de los elementos resistentes de una estructura. Es lo que se observa como consecuencia de la disminución de la capacidad de resistencia, de rigidez y de estabilidad de los elementos estructurales.

La evaluación del daño se puede realizar de diferentes maneras. Una de ellas es la de evaluar el daño de una manera cuantitativa, basándose en algunos parámetros de respuesta estructural como por ejemplo las distorsiones de entrepiso, demandas de ductilidad, de rigidez, cantidad de energía disipada, cortante de entrepiso, etc. Para medir éstos parámetros se utilizan indicadores de daño. Estos indicadores pueden ser a nivel de cada elemento (Indicador de daño local), o nivel de la estructura (Indicador de daño global).

b) Daño no estructural.- Este tipo de daño está asociado principalmente a elementos que no forman parte del sistema resistente, como tabiques aislados, revestimientos, etc. (Villaverde, 1997). Sin embargo, a pesar de que este tipo de daño no pone en peligro el comportamiento de la estructura, si es causa de un incremento considerable en las pérdidas económicas.

c) Daño económico.- Es una forma de relacionar el índice de daño estructural con las pérdidas económicas de un edificio debido a un sismo. Para esto se necesita evaluar el índice de daño global en términos de costos

financieros, es decir, se requiere conocer un índice de daño económico global de la estructura que agrupe los índices anteriores. Generalmente se define de la siguiente manera:

$$\text{Índice de daño económico} = \frac{\text{Costo de reparación del daño}}{\text{Costo de la estructura}} \quad (3.6)$$

En donde el costo de reparación es la sumatoria ponderada de los costos parciales de reparación de elementos estructurales como no estructurales, por lo que se deben relacionar los costes con los indicadores de daño.

3.8. RIESGO SÍSMICO

Una vez revisados las definiciones de peligrosidad y vulnerabilidad sísmica podemos concluir en que existe una relación directa entre ellos; es decir, para que exista riesgo sísmico se debe producir una participación de ambos. El riesgo sísmico evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto como resultado de la falla de las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida.

Matemáticamente se desarrolló un marco conceptual para relacionar éstos parámetros, definiendo primero un riesgo sísmico específico "S" representado como la convolución entre las probabilidades de ocurrencia de todas las intensidades posibles de los terremotos o peligrosidad sísmica "H" y la vulnerabilidad sísmica de estructuras "V" (ec. 3.7). El riesgo sísmico "R" es expresado como la convolución entre el valor de riesgo específico "S" y el valor económico de los elementos en riesgo "E" (ec 3.8).

$$S = H \otimes V \quad (3.7)$$

$$R = S \otimes E \quad (3.8)$$

Dónde:

S: Riesgo Sísmico Específico

H: Peligrosidad Sísmica

V: Vulnerabilidad Sísmica

R: Riesgo Sísmico

E: Valor Económico

\otimes : Relación de convolución

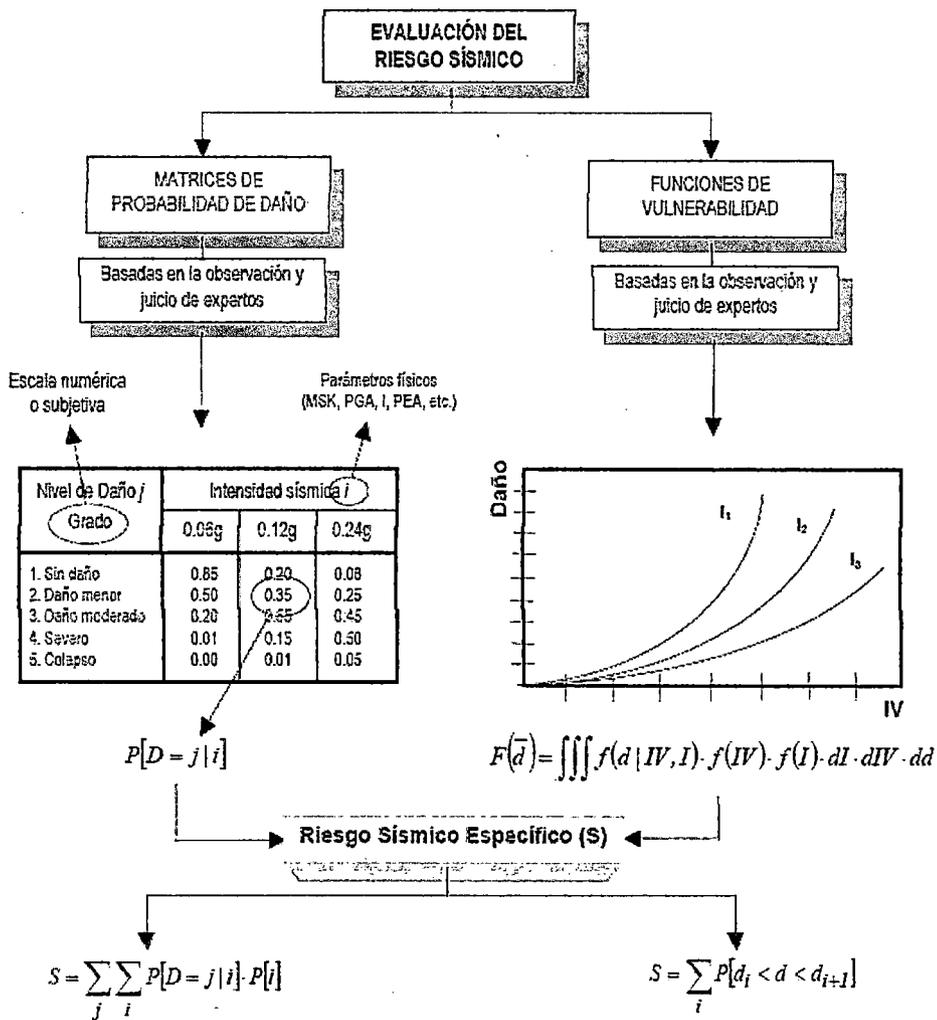


Figura 3.16.- Metodología utilizada para la evaluación del riesgo sísmico específico a nivel urbano.

La mayoría de los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano utilizan como parámetro del terremoto, la intensidad macrosísmica o la aceleración máxima obtenida a partir de parámetros focales como magnitud, distancia epicentral, etc., y para evaluar el riesgo sísmico se utilizan histogramas y matrices de probabilidad de daño, obteniéndose finalmente las funciones de vulnerabilidad, a partir de las experiencias con terremotos pasados, o en el caso de que no se tenga un levantamiento de daños se utilizan técnicas de simulación, como por ejemplo la de Montecarlo.

Las matrices de probabilidad de daño se hallan a través de:

$$S = \sum_j \sum_i P \left[D = \frac{j}{i} \right] P[i] \quad (3.9)$$

Donde S se expresa como la probabilidad condicional de que se produzca un nivel de daño j dado un sismo de intensidad i , multiplicando por la probabilidad de obtener dicho sismo para un periodo dado y todo esto para cada nivel de daño asociado a cada intensidad. De esta forma el riesgo específico S queda asociado al mismo periodo de retorno que el proporcionado por la peligrosidad sísmica.

Las funciones de vulnerabilidad se hallan a través de:

$$F(\bar{d}) = \int_0^{\bar{d}} \int_0^{\ln \bar{d} / d} f(d/I) f(I) dI dd \quad (3.10)$$

$$S = F(d_{\max}) \quad (3.11)$$

Donde $F(d)$ es la función de distribución de probabilidad de daño acumulado para $d = \bar{d}$, siempre que las variables señaladas se pueden considerar como variables aleatorias, independientes y continuas en su rango de definición. La expresión $f(d/I)$ es la función de densidad de probabilidad de daño condicionada a la intensidad I del sismo y $f(I)$ es la función de densidad de probabilidad de la intensidad del terremoto. Por consiguiente, el riesgo específico S vendrá dado por el valor máximo de la función de distribución de daño acumulado.

La realización de las operaciones de convolución requeridas para la evaluación del riesgo sísmico pueden ser simplificadas y optimizadas mediante la utilización de ordenadores, llegándose a poder abarcar estudios de grandes extensiones de territorios, incluyendo un manejo adecuado de las bases de datos y una sofisticada presentación de resultados; en este caso los sistemas de información geográfica (SIG) juegan un papel muy importante, pues permiten manejar una gran cantidad de información y expresarlo en mapas temáticos.

3.9. RESUMEN

En el presente capítulo se abarcan definiciones de la Generación de sismos, Tipos de sismos y su localización, Ondas sísmicas, Peligro sísmico, Evaluación de la sismicidad, Vulnerabilidad sísmica, Daño en las edificaciones y Riesgo sísmico.

La generación de los eventos sísmicos se apoya en varias teorías: Teoría de la Deriva continental, Teoría del rebote elástico, Teoría de expansión de los fondos oceánicos y Nueva tectónica global siendo esta última la explicación más aceptada en la actualidad.

En el territorio peruano se distinguen la ocurrencia de tres tipos de sismos: Sismos superficiales ocurren en el borde donde se generan las placas tectónicas y en las zonas cercanas a este; Sismos en zona de subducción se producen en los extremos donde se consumen las placas tectónicas; Sismos de corteza superficial se producen por deformaciones corticales que ocurren dentro de la placa continental.

La localización de un sismo es inicialmente especificada en términos de la ubicación de su epicentro. La localización epicentral preliminar es fácil de comprender, sin embargo el refinamiento de la localización final puede ser considerablemente más complejo. La localización preliminar está sujeta al tiempo relativo de llegada de las ondas P y S a un conjunto de al menos tres sismógrafos. Debido a que las sondas P viajan más rápido que la onda S, estas llegan primero a un determinado sismógrafo. La diferencia de los tiempos de llegada dependerá de la diferencia de entre las velocidades de las ondas P y S, y de la distancia entre el sismógrafo y el foco del sitio.

El Perú se encuentra en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo la placa Sudamericana (continental), generando frecuentemente terremotos de magnitud considerable, dicha actividad sísmica representa la peligrosidad sísmica a la que se encuentra expuesto nuestro territorio nacional.

Por otro lado la vulnerabilidad sísmica es la medida de la susceptibilidad o la predisposición intrínseca de las estructuras ante un terremoto a sufrir daños;

Depende de aspectos como configuración en planta, variación en altura, densidad mínima de muros en ambos sentidos, sistema resistente a cargas, proceso constructivo, estado de conservación de la estructura.

Revisados las definiciones de peligrosidad y vulnerabilidad sísmica podemos concluir en que existe una relación directa entre ellos; es decir, para que exista riesgo sísmico se debe producir una participación de ambos. El riesgo sísmico evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto como resultado de la falla de las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

4.1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante de los estudios de vulnerabilidad sísmica a nivel urbano es que la metodología que se utiliza en la evaluación de las edificaciones debe ser simplificada, para que se pueda aplicar a grandes áreas o a un gran conjunto de estructuras.

Evidentemente cualquier metodología se puede aplicar pero con su correspondiente incremento en los costos de aplicación, que para el caso de ciudades grandes sería completamente inadmisibles. Por esta razón se debe encontrar la metodología que mejor se adapte a los objetivos planteados en el estudio de vulnerabilidad sísmica, pero sobre todo al presupuesto con que se cuente y a la disposición de información de los elementos que se pretenden estudiar. En este capítulo se hará una revisión de algunas metodologías existentes que utilizan parámetros básicos (en su mayoría subjetivos) para evaluar la vulnerabilidad sísmica o calidad estructural de las edificaciones. Por último se describirá con mayor detalle la metodología del Índice de Vulnerabilidad elegida para la realización de este estudio.

La aplicación de los estudios de vulnerabilidad en centros urbanos debe considerar los aspectos estructurales, los funcionales, operativos y urbanos; para que puedan proporcionar información útil para la prevención de desastres, la planificación y el ordenamiento territorial. En este sentido constituyen un importante punto de partida para la toma de decisiones relacionadas con la rehabilitación o demolición de edificaciones peligrosas.

El primer paso en la evaluación de la vulnerabilidad consiste en definir su naturaleza y alcance, una vez definidos estos factores, es posible evaluar la vulnerabilidad mediante una definición adecuada de la acción sísmica y la capacidad sísmica de la estructura.

4.2. TIPOS DE METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

4.2.1. Métodos mecánicos

Hacen la predicción de un efecto sísmico por medio de modelos mecánicos adecuados de las construcciones (análisis estático lineal, análisis estático no lineal, análisis dinámico lineal, análisis dinámico no lineal, etc.). Estos métodos solo son aplicables a las construcciones que pueden ser representados por modelos mecánicos y, generalmente son utilizados para la evaluación de estructuras individuales debido a que involucran análisis detallados y modelos más refinados que no son adecuados para proyectos de escenarios sísmicos en áreas urbanas.

4.2.2. Métodos convencionales

Se utilizan para comparar las diferentes construcciones de una misma tipología en una determinada zona de acuerdo con algunos factores cuya contribución a la resistencia sísmica es calibrada por expertos.

4.2.3. Métodos indirectos

Estas técnicas determinan un índice de vulnerabilidad y luego establecen una relación entre la vulnerabilidad y el daño para diferentes intensidades sísmicas. En su concepción original estos métodos son útiles únicamente para evaluaciones sísmicas de edificaciones en centros urbanos.

4.3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LAS METODOLOGÍAS ANALIZADAS

Para escoger adecuadamente una metodología de estudio de vulnerabilidad sísmica que pudiera ser aplicada al centro histórico de la ciudad de Jauja se analizaron las ventajas y desventajas de los métodos indirectos, mas no de los mecánicos ni convencionales, debido a que la información estructural con la que se cuenta de las viviendas en estudio no es suficiente, el tiempo considerable que se emplea en la calibración de los modelos, y entre otros factores, hicieron que estas metodologías sean descartadas.

Los parámetros básicos que se utilizaron para escoger el método indirecto adecuado para la zona de estudio fueron: información necesaria (vs) disponible para desarrollarla, facilidad para ser aplicada en la ciudad de

Jauja donde las tipologías estructurales son variadas (adobe, albañilería y concreto armado), experiencias en otras ciudades donde la metodología haya sido utilizada; existencia de funciones de vulnerabilidad para la metodología, de tal forma que la vulnerabilidad de las viviendas pudiera asociarse con un probable índice de daño.

A continuación se analizan las metodologías indirectas:

4.3.1. Método del ATC-14

El método se basa en la identificación de los puntos débiles del edificio con base en la observación de daños en edificios similares ocurridos en eventos sísmicos previos. Este método fue desarrollado por el Applied Technology Council "Evaluating the Seismic Resistance of Existing Buildings", en 1987.

Limitaciones

- Inicialmente se identifican aquellos edificios que significan un riesgo para la vida humana. Es decir, aquellas que se clasifican como edificaciones indispensables, que deben seguir con su normal funcionamiento durante y después de un sismo.
- Evalúa los esfuerzos cortantes actuantes, los desplazamientos relativos en el entrepiso y ciertas características especiales del edificio. En el caso de muros estructurales se debe hacer una verificación de los esfuerzos de corte.

Estos dos aspectos hacen que este método sea dispendioso ya que se necesitan de herramientas básicas de ingeniería para la adquisición y correcta ejecución de los datos, limitando la recolección a personas especializadas. Además, no es un método para estimar la vulnerabilidad a gran escala, debido a que primero se hace una clasificación de las estructuras que van a ser parte de la evaluación, para luego entrar al análisis respectivo. A su vez el método no tiene en cuenta el daño producido por uno o más sismos, por lo que no predice que tan afectada se podrá ver en el momento en que un determinado movimiento la afecte.

4.3.2. Método NAVFAC

Propuesto en 1984 por G. Matzamura, J. Nicoletti y S. Freeman con el nombre "Seismic Design Guidelines for Up - Grading Existing Buildings" [39].

Ventajas

- Es aplicable a cualquier tipo de estructura. Realiza una estimación de un tipo de daño, al comparar la capacidad de la estructura que se determina por medio del coeficiente del corte basal resistente, el desplazamiento al tope de la estructura y el periodo fundamental, con la demanda del sitio.

Limitaciones

- Su principal problema es que no toma en cuenta la falla prematura de los elementos más débiles.

Es un método dispendioso porque involucra cálculos matemáticos y conceptos ingenieriles que no cualquier persona posee, por lo que se necesita, en el momento de la recolección, mano de obra calificada. Además, el análisis de vulnerabilidad para cada estructura conlleva un tiempo considerable, a causa de los cálculos indirectos que se debe realizar.

4.3.3. Método Hirosawa

Este método está basado en los trabajos de Masaya Hirosawa (1992) y compilaciones llevadas a cabo por un comité dirigido por el Dr. H. Umemura. "Evaluation of Seismic Safety of Reinforced Concrete Buildings".

Ventajas

- Evalúa la estructura, la forma de la edificación y la peligrosidad de los elementos no estructurales. Este último aspecto es importante puesto que la mayoría de métodos sólo tienen en cuenta los elementos que hacen parte del sistema sismorresistente, olvidando la importancia que tienen los elementos no estructurales como muros, instalaciones eléctricas, sanitarias, etc. Su importancia radica, en que una de las mayores causas de muerte durante un evento sísmico es por el desprendimiento de estos elementos.

Limitaciones

- Solo es aplicable a edificaciones de concreto reforzado de mediana y baja altura construidas mediante métodos convencionales.
- Requiere criterio especializado para el dictamen de ciertos parámetros con los que deben cumplir la estructura para poderla evaluar.

4.3.4. Método FEMA-178

El método FEMA-178 [7], es un procedimiento preparado por el Building Seismic Safety Council de EE.UU. Este documento presenta una guía para determinar qué tan vulnerable y peligrosa (en cuanto a pérdidas de vidas) es una estructura existente. Se incluye una guía en forma de lista para determinar algunas zonas o puntos débiles dentro de la estructura que podrían precipitar el colapso local o total de la misma.

Ventajas

- Puede ser utilizado para llevar a cabo la evaluación y diagnóstico sísmico de cualquier edificación existente.

Limitaciones

- La evaluación por este método busca encontrar las deficiencias estructurales que determinan los puntos o zonas débiles y vulnerables de la estructura, para poder hacer recomendaciones de reforzamiento, implicando un minucioso conocimiento de la cantidad de refuerzo, tanto a flexión como a cortante, y su distribución, utilizando para ello los planos. Lo que implica, que si no se tiene conocimiento de ellos, se deben emplear métodos costosos para averiguar cuanto refuerzo tiene un elemento determinado, elevando el precio del estudio.
- Carece de funciones de vulnerabilidad para relacionar de forma continua, el daño experimentado por la estructura cuando se somete a un movimiento sísmico.

4.3.5. Método del I.S.T.C.

Este método ha sido desarrollado por el Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni (I.S.T.C.) y la Università degli Studi di Padova.

Ventajas

- Es un método que utiliza unas fichas de levantamiento de la información similares al método del índice de vulnerabilidad, teniendo en cuenta 7 ítems de vulnerabilidad que consideran las características geométricas y estructurales del edificio afectadas por sus respectivos pesos de acuerdo a su importancia. También utiliza funciones de vulnerabilidad, con la diferencia que estas funciones no sirven para estimar un daño en la estructura sino que se limita a clasificar a la estructura entre un rango de vulnerabilidad específico.
- El I.S.T.C. desarrollo un programa que a partir de la información recogida por las fichas de levantamiento, calcula la clase de vulnerabilidad que corresponde a cada estructura y realiza un análisis estadístico para los grupos de edificios.

Limitaciones

- Su uso se limita a estructuras soportadas por muros de mampostería, con tipologías constructivas parecidas, es decir, mampostería reforzada de 2 a 3 pisos de altura a lo sumo, edificios contiguos o conjunto de edificios.

4.3.6. Método del Índice de Vulnerabilidad

Desarrollada por Benedetti y Petrini (1984), este método identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en las edificaciones causados por un evento sísmico.

Ventajas

- Es un método que permite calcular la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de mampostería y aporricadas de una forma rápida y sencilla. Esta metodología se ha venido utilizando desde el año 1982, tiempo en el cual ha tenido modificaciones para facilitar tanto la tarea de recolección, como la de incluir una mejor descripción de los daños a medida que ocurrían eventos sísmicos.

- Las instrucciones sobre cada uno de los parámetros y sus respectivas calificaciones están descritas de forma tal que una persona con los conocimientos básicos del tema pueda llenar los formularios de una manera objetiva.
- Utiliza funciones de vulnerabilidad que relaciona el daño esperado en la edificación con la vulnerabilidad sísmica propia, lo que es muy importante para una primera aproximación en la cuantificación de las pérdidas económicas directas. Un estudio de este tipo puede indicar antes de la ocurrencia de un terremoto, a cuánto pueden ascender las pérdidas económicas, sirviendo a los dirigentes de las ciudades para la toma de decisiones respectivas.

Limitaciones

- Como el método está propuesto básicamente para edificaciones europeas construidas en algunos casos con muros de piedra, y además, teniendo en cuenta que el control de calidad en la construcción es mejor, es necesario hacer ciertas modificaciones al método, sin incurrir claro está, en la esencia propia del mismo, manteniendo los mismos 11 parámetros, pero de acuerdo con la forma y los materiales constructivos locales, modificando sus respectivos pesos y adecuándolos a las exigencias de nuestra norma.

4.4. METODOLOGÍA ELEGIDA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones del centro histórico de Jauja se decidió aplicar la “**Metodología del Índice de Vulnerabilidad**” propuesta por un grupo de investigadores italianos en 1982, que fue desarrollada a partir de la información de daño en edificios provocados por terremotos desde 1976. A partir de esta información se elaboró una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por terremotos de determinada intensidad, calibrándose las funciones de vulnerabilidad.

Algunas de las razones que se tomaron en cuenta para elegir esta metodología fueron:

- a) Está fundamentada en datos reales, producto del levantamiento de daños.
- b) Se puede aplicar en estudios a nivel urbano.
- c) Se tiene la experiencia de haberse aplicado en diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y como consecuencia se adoptó oficialmente por un organismo gubernamental de Protección Civil.
- d) Se ha aplicado en España en los sismos de Almería en 1993 y 1994 (Yépez, 1994) y Murcia en 1999 (MENA, *et al* 1999).
- e) Se ha aplicado en diversos trabajos como los de Angeletti *et al*, 1988; Benedetti *et al*, 1988; Caicedo, 1993; Barbat *et al*, 1996; Grimaz, 1994; Yépez, 1996; MENA, 1997; el Proyecto Europeo SERGISAL, 1998; MENA *et al*, 1999, etc.

En el Perú, se ha aplicado esta metodología en las ciudades de Ayacucho, Chiclayo, Huánuco, Lima, Moquegua y con motivo de la realización de la presente tesis, en la ciudad de Jauja, contribuyendo a obtener los escenarios de daño.

4.5. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

El método consiste en hacer una calificación de las edificaciones mediante la observación de sus características físicas, apoyándose en cálculos simplificados, identificando los parámetros más relevantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto, realizando así una calificación de la calidad del diseño y la construcción sismorresistente de los edificios mediante un coeficiente denominado Índice de Vulnerabilidad, I_v . El método relaciona luego el índice de vulnerabilidad obtenido, I_v , con el grado de daño global que sufre la estructura a través de funciones de vulnerabilidad calibradas para cada grado de intensidad del terremoto o para diferentes niveles de aceleración máxima.

El método califica diversos aspectos de las edificaciones tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología. Esta metodología considera aspectos como la configuración en planta y elevación, los elementos estructurales y no estructurales, el estado de conservación, el tipo y organización del sistema resistente, la calidad de

Los materiales, etc. Luego de aplicar algunas consideraciones propias de la metodología se determina el índice de vulnerabilidad, el cual es un valor numérico que representa la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

4.5.1. Índice de Vulnerabilidad.

El índice de vulnerabilidad se puede entender como un valor que ayuda a evaluar la falta de seguridad en los edificios ante fuerzas sísmicas. Además forma parte de la definición de las funciones de vulnerabilidad, las cuales relacionan el índice de vulnerabilidad "Iv" con el índice de daño global de las estructuras.

4.5.2. Índice de Vulnerabilidad para construcciones de adobe y albañilería

Las edificaciones del centro histórico de Jauja son en su gran mayoría construcciones de adobe que tienen un mal comportamiento sísmico y si a esto le añadimos su antigüedad y la presencia de humedad, hace que su comportamiento sea pésimo y por lo tanto sean altamente vulnerables.

De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, el índice de vulnerabilidad para edificaciones de adobe y de albañilería se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la "calidad sísmica" de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que, se considera, juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería. A cada parámetro se le atribuye, durante las visitas técnicas (inspecciones), una de las cuatro clases A, B, C y D. La calificación "A" es óptima con un valor numérico $K_i=0$, mientras que la "D" es la más desfavorable con un valor numérico $K_i=45$, tal y conforme se observa en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Escala de vulnerabilidad Benedetti-Petrini para edificaciones de adobe y albañilería.

i	Parámetro	K_i^*A	K_i^*B	K_i^*C	K_i^*D	W_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Distancia entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

(Fuente: Benedetti-Petrini, 1982)

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso "Wi", que varía entre 0.25 y 1.50. Este coeficiente trata de enfatizar su importancia relativa en el resultado final.

Finalmente, el índice de vulnerabilidad "Iv" de cada edificación se define por la siguiente expresión:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \quad \dots\dots (4.1)$$

Al analizar la ecuación se puede deducir que el índice de vulnerabilidad define una escala continua de valores desde 0 hasta 382.5 que es el máximo valor posible. Como puede verse en la tabla 4.1, los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de naturaleza descriptiva y quedan definidos completamente por los alcances que se presentan más adelante. Por el contrario, los parámetros 3, 6, 7 y 8 son de naturaleza cuantitativa y requieren de ciertas operaciones matemáticas (Chavarria, 2001).

De los valores obtenidos en los estudios post-terremoto en Italia, con respecto al índice de vulnerabilidad y daño en los edificios se obtuvieron correlaciones para diferentes intensidades, utilizando funciones de vulnerabilidad. Dichas funciones relacionan el índice de vulnerabilidad (Iv) con un índice de daño económico global (D) para un intensidad dada. Un ejemplo de estas funciones se puede ver en la Figura 4.1 (Angeletti *et al*, 1988), fruto de varios análisis de los levantamientos después de los terremotos en las localidades de Venzona y Barrea en Italia y expresadas matemáticamente de la siguiente manera:

$$D = 100 \cdot \left[\rho + k \cdot I_v + \frac{I_v^2}{I_v^2 + A^2} \right] \quad \dots\dots (4.2)$$

.En donde los coeficientes: ρ , k y A se obtienen del análisis de correlación.

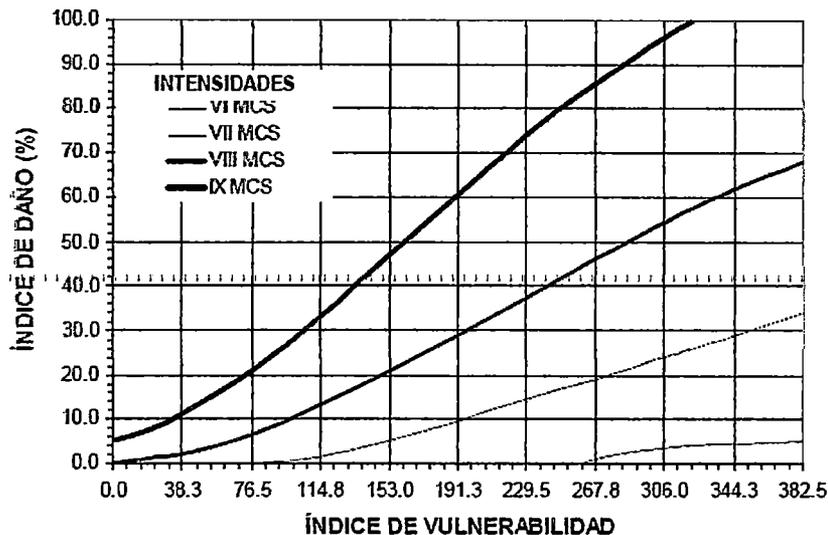


Figura 4.1. Funciones de Índice de vulnerabilidad propuesta por Angeletti et al (1988).

Evidentemente, estas funciones de vulnerabilidad sólo se pueden aplicar a las zonas en donde se realizó el estudio, ya que depende de factores como el tipo de material, forma constructiva, tipo de suelo y al factor subjetivo de las personas que realizan los levantamientos, entre otras razones, por lo que la aplicación directa de las funciones en algún otro sitio podría conducir a resultados erróneos e inclusive, dependiendo del objetivo del estudio peligrosos. Sin embargo, la metodología del índice de vulnerabilidad sí se puede exportar a otros sitios, en donde se requiera realizar estudios de riesgo sísmico, como ha sido el caso de España, en el que por primera vez se obtuvieron funciones de vulnerabilidad fuera de Italia utilizando dicha metodología.

El índice de vulnerabilidad se puede entender como un valor que ayuda a evaluar la falta de seguridad en los edificios ante cargas sísmicas, además forma parte de la definición de las funciones de vulnerabilidad, las cuales relacionan el índice de vulnerabilidad "Iv" con el índice de daño global de las estructuras. El daño observado en los edificios después de un terremoto o la simulación por ordenador del daño estructural utilizando modelos mecánicos o matemáticos, permiten deducir por medio de métodos probabilistas las funciones de vulnerabilidad. El índice de daño global "D", caracterizado por el estado estructural de un edificio completo después de un sismo puede ser

definido como la combinación ponderada de los valores describiendo el estado post-terremoto de los diferentes componentes estructurales tales como los elementos verticales y horizontales, los muros y los componentes no estructurales. El resultado final es el índice de daño en un rango de valores entre 0 y 100%.

4.5.3. Funciones de vulnerabilidad observada y simulada para construcciones de adobe y albañilería

Para obtener funciones de vulnerabilidad observadas en España, se realizó un estudio post-terremoto después de la ocurrencia de dos sismos en la región de Almería, al sudoeste de España el 23 de Diciembre de 1993 y el 4 de Enero de 1994, cuya intensidad máxima estimada en el sitio fue de VII en la escala MSK, cuyo uso es muy extendido en España y los países Europeos (Yépez, 1994; Barbat et al 1996).

El estudio empezó con el levantamiento del daño de las edificaciones de mampostería no reforzada y de las estructuras de hormigón afectados por los terremotos. El tipo y la extensión del daño se analizaron y clasificaron para cada parte estructural y no estructural de los edificios y se correlacionaron con el índice de daño definido por la metodología del índice de vulnerabilidad. La calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de los edificios se evaluó siguiendo las recomendaciones de la misma metodología.

Una vez calculado el índice de vulnerabilidad y el índice de daño para cada edificio se realizó un análisis estadístico, con el cual se obtuvo una función de vulnerabilidad para los edificios de mampostería no reforzada correspondiente a una intensidad de VII en la escala MSK. En la Figura 4.2 se muestran los datos del levantamiento realizado, así como la función obtenida a partir de una regresión polinomial de grado tres, comparándola con las funciones propuestas por Angeletti et al, (1988) para las intensidades VI, VII y VIII de la escala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) utilizada en Italia. La comparación es posible debido a la similitud que existe entre los grados de intensidad definidos por las escalas MCS y MSK. Los resultados permitieron obtener la primera función observada de un estudio

post-terremoto en España y la primera obtenida fuera de Italia utilizando el método del índice de vulnerabilidad (Yépez, 1994).

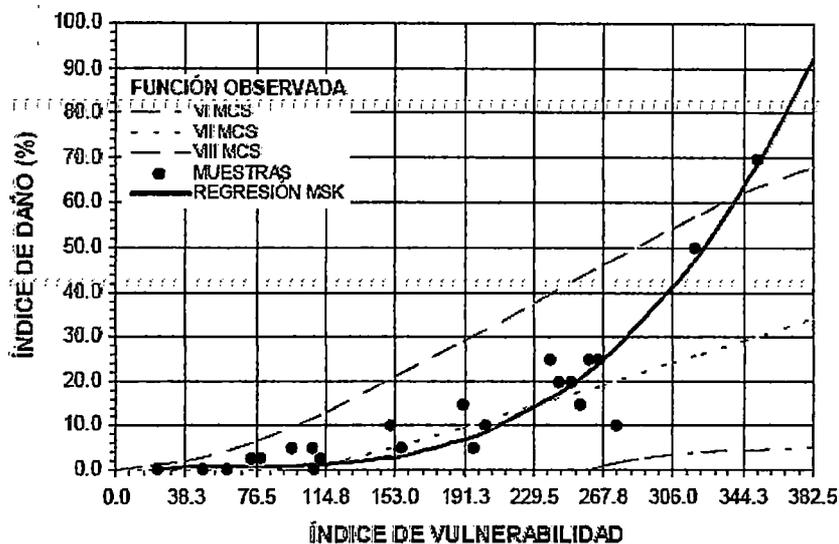


Figura 4.2. Función de vulnerabilidad observada para edificios de mampostería no reforzada en España para un nivel de intensidad de VII en la escala MSK (Yepez, 1994). Las funciones propuestas por Angeletti et al, 1988 se representan por líneas discontinuas.

El levantamiento de las estructuras dañadas en la región de Almería permitió obtener sólo una función de vulnerabilidad, correspondiente a una intensidad VII en la escala MSK. Con el objeto de obtener funciones de vulnerabilidad para otros niveles de intensidad fue necesario recurrir a procesos de simulación por ordenador. El primer paso de este proceso fue simular la función de vulnerabilidad para una intensidad VII (MSK) y calibrarla con la función de vulnerabilidad observada de la Figura 4.3. Se generó de una manera aleatoria información de 60 edificios hipotéticos, respondiendo a las características reales de edificios existentes en el área de estudio. Se consideró una ley de distribución de probabilidad uniforme para los datos. Cada parámetro que requiere la metodología italiana se estimó en base a los datos generados y, de esta manera, se calculó el índice de vulnerabilidad I_v . Con los datos de las edificaciones se realizaron análisis estructurales con el objeto de determinar el índice de daño global para cada intensidad macrosísmica "D". La relación propuesta por Chung and Shinozuka (1988) se utilizó para determinar este índice de daño global mediante una suma ponderada del índice de daño de cada piso individual normalizándolo y expresándolo como porcentaje. Con los puntos obtenidos, como se muestra en la Figura 4.4, se realizó un análisis regresional obteniendo la curva

continua gruesa. Esta muestra además la función de vulnerabilidad observada.

La función ajustada a los puntos simulados en la Figura 4.3, constituye una primera iteración de un proceso para calibrar los pesos correspondientes a los 11 parámetros que intervienen en el cálculo de la vulnerabilidad de los edificios de forma que la función simulada coincida con la observada en la campaña de Almería. Después de 2 iteraciones se consiguió que la forma de las funciones observada y simulada fuera muy similar alcanzando un coeficiente de correlación del 90%. Una vez que el proceso de simulación se realizó para una intensidad VII en la escala MSK, se efectuaron varias simulaciones para intensidades VI, VIII y IX de la misma escala, utilizando los pesos W_i obtenidos en el proceso anterior.

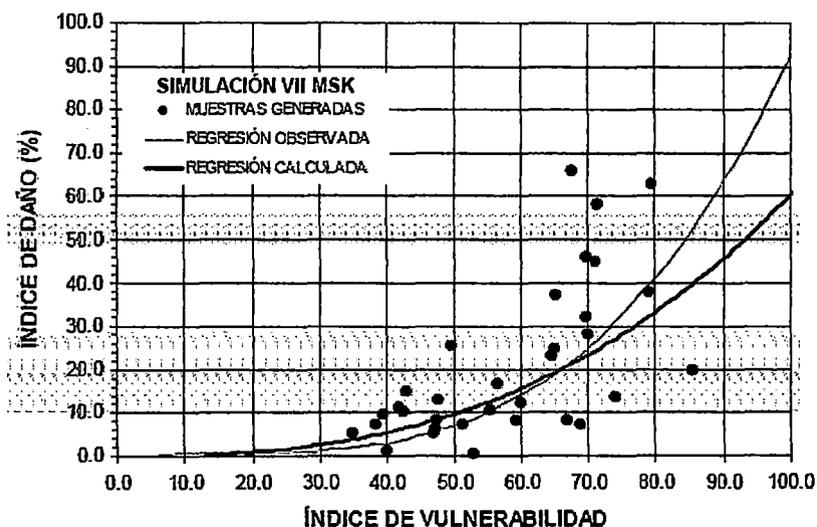


Figura 4.3.- Función de vulnerabilidad simulada para intensidad VII MSK (curva gruesa) y función de vulnerabilidad observada (curva delgada). Cada punto corresponde a por lo menos un edificio generado.

Una vez que el proceso de simulación se realizó para una intensidad de VII en la escala MSK, varias simulaciones para las intensidades de VI, VIII y IX en la escala MSK se realizaron utilizando los pesos W_i calibrados obtenidos en el proceso anterior. El resultado de las funciones simuladas para las diferentes intensidades se muestra en la Figura 4.4, en donde además se superponen con las funciones de vulnerabilidad propuestas por Angeletti et al, 1988, representadas por las líneas discontinuas.

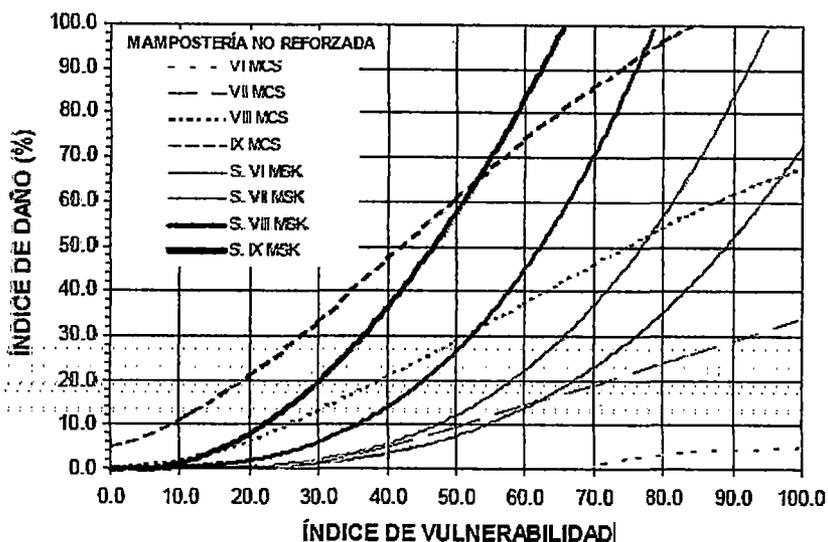


Figura 4.4.- Función de vulnerabilidad para los edificios de mampostería no reforzada para diferentes niveles de intensidad en la escala MSK (Yépez, 1996). Las líneas discontinuas delgadas representan las funciones propuestas por Angeletti et al. (1988).

Las funciones de vulnerabilidad obtenidas se representan por regresiones polinómicas (ec. 4.3), cuyos coeficientes para las diferentes intensidades se muestran en la Tabla 4.2.

$$D(\%) = a_1 \cdot I_v + a_2 \cdot I_v^2 + a_3 \cdot I_v^3 \quad \dots\dots(4.3)$$

En donde:

a_1, a_2 y a_3 Son los coeficientes obtenidos en el cálculo de la regresión

Tabla 4.2.- Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de mampostería, obtenidos en el cálculo de las regresión polinómicas.

Intensidad	a_1	a_2	a_3	Correlación (%)
VI	0.0048	-0.0014	0.000086	80
VII	0.0170	-0.0025	0.00014	89
VIII	-0.0047	0.0012	0.00019	88
IX	-0.1500	0.0280	-0.000039	91

(Fuente: Angeletti, 1988)

4.5.4. Índice de Vulnerabilidad para construcciones de concreto armado

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de concreto armado se utiliza un procedimiento similar al explicado anteriormente. Se elabora una tabla similar a la propuesta para las edificaciones de adobe y albañilería, considerando las características más

importantes que influyen en el comportamiento sísmico de las estructuras de concreto armado. Para este caso se asigna solo tres calificaciones a diferencia de las cuatro propuestas para los edificios de adobe y albañilería. Estas calificaciones se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Escala numérica del índice de vulnerabilidad, para estructuras de concreto armado (Benedetti-Petrini 1984).

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente.	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional.	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación.	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales.	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta.	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación.	0	1	3	2.0
8	Distancia entre columnas.	0	1	2	1.0
9	Tipo de cubierta.	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales.	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación.	0	1	2	1.0

(Fuente: Benedetti-Petrini 1984).

Una vez evaluado cada parámetro se realiza una suma ponderada utilizando los factores de peso mostrados en la tabla 4.3, para obtener el índice de vulnerabilidad mediante la siguiente expresión:

$$I_v = 100 \frac{\left(\sum_{i=1}^{11} K_i W_i \right) + 1}{34} \dots\dots(4.4)$$

4.5.5. Funciones de vulnerabilidad simulada para construcciones de concreto armado

Las funciones de vulnerabilidad simuladas para las construcciones de concreto armado se muestran en las Figuras 4.5 y 4.6. Estas funciones se generaron para dos tipos de estructuración: a) para edificios de concreto armado con pórticos sismorresistentes y b) para edificios de concreto armado con losas reticulares. La diferencia más importante es que los edificios del primer tipo de estructuración se comportan mejor ante un sismo que los segundos, por tener una mejor capacidad de deformación, lo que permite una mayor liberación de energía.

La función de vulnerabilidad correspondiente a una intensidad de VI en la escala MSK no se representa para los edificios aporticados con vigas y columnas, debido a que los índices de daño eran menores a un 5%, por lo que pueden considerarse despreciables. Para los edificios con losas reticulares los valores para una intensidad de IX no se incluyen ya que se ha calculado que en este caso la mayoría de los edificios colapsarían.

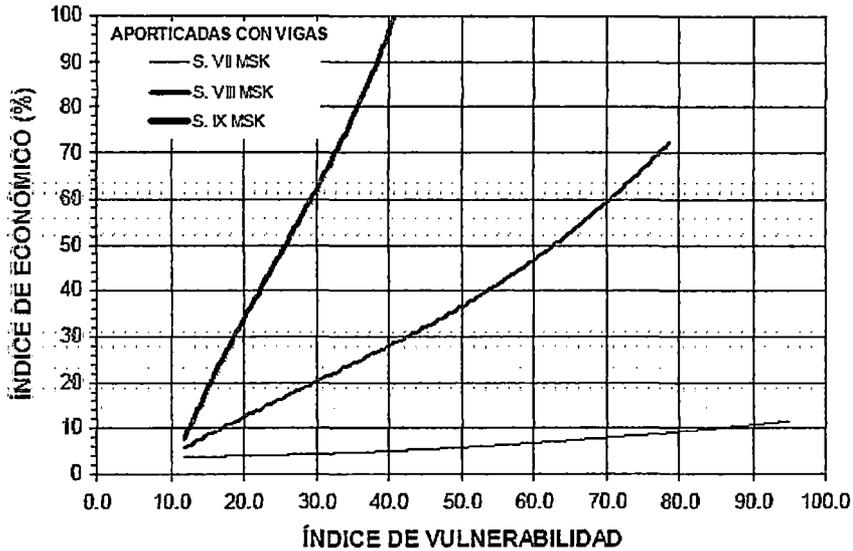


Figura 4.5.- Función de vulnerabilidad para edificios de concreto armado con pórticos sismorresistentes para las intensidades VII, VIII y IX en la escala MSK (Yépez, 1996).

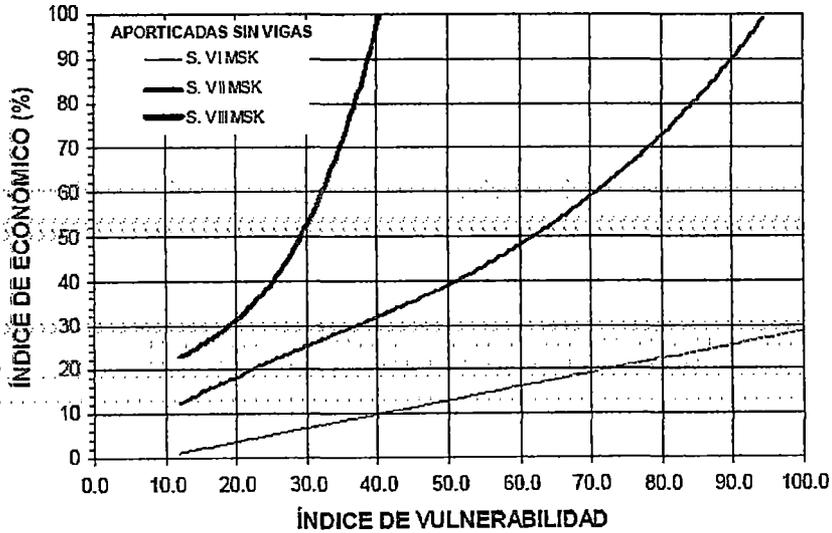


Figura 4.6.- Función de vulnerabilidad para edificios de concreto armado de losas reticulares para las intensidades VI, VII y VIII en la escala MSK (Yépez, 1996).

Finalmente, las funciones de vulnerabilidad se obtuvieron utilizando un ajuste polinomial mediante técnicas de mínimos cuadrados, cuyo resultado tienen la siguiente forma:

$$D(\%) = a + b.I_v + c.I_v^2 + d.I_v^3 \quad \dots\dots(4.5)$$

En donde:

a, b, c y d Corresponden a los coeficientes obtenidos en el cálculo de la regresión y cuyos resultados se muestran en las Tablas 4.4 y 4.5.

Tabla 4.4. Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de concreto armado aporticados con vigas y columnas, obtenidos en el cálculo de las regresión polinómicas.

Intensidad	a	b	c	d	R (%)
VII	3.6	0.00027	0.00087	0.00	68.1
VIII	-6.1	1.1	0.0115	0.00013	96.1
IX	-49.8	6.2	-0.1400	0.00191	91.5

(Fuente: Yépez, 1996)

Tabla 4.5. Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de concreto armado aporticados con losas reticulares, obtenidos en el cálculo de las regresión polinómicas.

Intensidad	a	b	c	d	R (%)
VI	-2.9	0.31	0.00	0.000	84.1
VII	1.7	1.0	-0.11	0.00012	67.1
VIII	10.3	1.5	-0.63	0.002	83.7

(Fuente: Yépez, 1996)

4.6. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Se ha realizado un análisis entre la norma vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones y los 11 parámetros involucrados en el método del índice de vulnerabilidad, para evaluar la calidad estructural de las edificaciones del centro histórico de Jauja. Con la finalidad de establecer si éstos 11 parámetros eran suficientes para realizar dicha evaluación en las edificaciones. Se observa que casi en su totalidad, el método del Índice de Vulnerabilidad satisface las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Vigente.

Tabla 4.6.- Comparación entre el RNE y los parámetros propuestos por el método del Índice de Vulnerabilidad italiano. En este estudio no se adicionó ningún parámetro nuevo al método original del Índice de Vulnerabilidad.

COMPONENTE PROPUESTO POR EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	PARÁMETRO ANÁLOGO DEL Iv
Aspectos Geométricos:	
- Irregularidad en planta de edificaciones - Densidad de muros. - Distancia entre columnas. - Irregularidad en altura.	6.- Configuración en planta. 8.- Distancia máxima entre muros. 8.- Distancia Máxima entre columnas. 7.- Configuración en elevación.
Aspectos constructivos:	
- Calidad de las juntas del mortero. - Tipo y disposición de las unidades de mampostería. - Calidad de los materiales.	2.- Calidad del sistema resistente. 2.- Calidad del sistema resistente. 2.- Calidad del sistema resistente.
Aspectos estructurales:	
- Muros confinados y reforzados. - Entrepiso. - Vigas de amarre. - Amarre de cubiertas.	1.- Organización del sistema resistente 5.- Diafragma horizontal. 9.- Tipo de cubierta. 9.- Tipo de cubierta.
Cimentación:	4.- Posición de edificio y cimentación
Suelos:	3.- Resistencia Convencional

(Fuente: Marín, 2012)

Tabla 4.7.- Parámetros utilizados para evaluar la calidad estructural de las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado.

Parámetros:
1.- Tipo y organización del sistema resistente.
2.- Calidad del sistema resistente.
3.- Resistencia convencional.
4.- Posición del edificio y cimentación.
5.- Diafragma horizontal.
6.- Configuración en planta.
7.- Configuración en elevación.
8.- Distancia máxima entre muros / columnas.
9.- Tipo de cubierta.
10.- Elementos no estructurales.
11.- Estado de conservación.

(Fuente: Elaboración Propia)

Las descripciones y calificaciones de cada uno de los 11 parámetros de cada tipología estructural se muestran en el anexo "A", y se sintetizan en fichas de evaluación para cada tipología estructural. Con estas fichas se procedió a realizar la visita técnica a las edificaciones tratando de ingresar a la mayoría de ellas, para de esta manera poder evaluar cada parámetro

correspondiente y determinar el índice de vulnerabilidad (Iv). Los resultados se muestran en los mapas de vulnerabilidad por tipología que se presentan en el anexo "H".

En las edificaciones en las cuales no se pudo ingresar, se trató de registrar la mayor cantidad de datos posibles como tipología estructural, configuraciones en planta y elevación, diafragmas horizontales, elementos no estructurales, estado de conservación, etc., para luego, de acuerdo a la similitud con otras edificaciones, en las cuales se tiene la ficha de evaluación completa, evaluar el índice de vulnerabilidad.

Con el índice de vulnerabilidad evaluado de las edificaciones se procedió a estimar el índice de daño mediante las funciones de vulnerabilidad calibradas para Jauja, presentándose los resultados finales en los mapas de escenarios de daño (ver anexo "H").

4.7. RESUMEN

En el presente capítulo se analizó las ventajas y limitaciones de diversas metodologías (ATC-14, NAVFAC, HIROSAWA, FEMA-178, I.S.T.C. y Índice de Vulnerabilidad) para evaluar la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones en el centro histórico de la ciudad de Jauja, eligiendo de esta manera el Método del Índice de Vulnerabilidad, debido a que este método *satisface las condiciones que nos ayudara a alcanzar uno de los objetivos con éxito.*

Se realizó una descripción detallada de la obtención de los índices de vulnerabilidad tanto para las construcciones de adobe, albañilería y concreto armado. Así mismo una descripción de la forma de obtención de las funciones de vulnerabilidad observada y simulada para las tipologías mencionadas en los países de Italia y España.

Por último se realizó un análisis entre la norma vigente del RNE y los 11 parámetros involucrados en el método del índice de vulnerabilidad, con la finalidad de establecer si éstos 11 parámetros eran suficientes para realizar dicha evaluación en las edificaciones. Se pudo observar que casi en su totalidad, el método del Índice de Vulnerabilidad *satisface las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).*

CAPÍTULO V

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

5.1. INTRODUCCIÓN

El primer sistema SIG fue el Sistema de Información Geográfica Canadiense, desarrollada en 1962 por Roger Tomlinson para el inventario de tierras en Canadá. Años más tarde en la década de los 70 empezaría la era moderna de los SIG cuando los analistas comienzan a programar computadoras para automatizar algunos procesos manuales. Siendo las compañías de software ESRI y ERDAS los primeros en desarrollar paquetes de software que permitían la entrada, despliegue y manipulación de datos geográficos para crear nuevas capas de información. Los constantes avances en las especificaciones y en el poder del hardware en los últimos años y la disminución en sus costos han hecho la tecnología SIG accesible a un amplio rango de usuarios.

Actualmente un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema único diseñado para capturar, almacenar, transformar, analizar y gestionar capas de datos geográficos para producir información interpretable. La tecnología SIG puede usarse en casi cualquier disciplina relacionada con la geografía. El propósito principal de un SIG es convertir datos geográficos en información útil para resolver la problemática que existe.

El primer paso para cualquier proyecto de SIG es usualmente una *evaluación del alcance y de los objetivos del estudio*. Una vez que el proyecto está definido se puede iniciar el proceso de construir la base de datos. Aunque el software y los datos están disponibles comercialmente, debe crearse una base de datos a la medida del proyecto y área de estudio en particular.

5.2. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Los sistemas de información geográfica (SIG) son considerados actualmente como una herramienta poderosa que captura, almacena, transforma, analiza y gestiona datos geográficos con el fin de obtener información territorial para resolver problemas complejos de planificación, gestión y toma de decisiones apoyándose en la cartografía. Desempeña un papel importante como una tecnología avanzada de integración, pues un SIG es un sistema geográfico que permite la creación de mapas y el análisis espacial.

El SIG es un sistema de información porque orienta en la gestión, procesa datos almacenados previamente y permite eficaces consultas espaciales repetitivas y estandarizadas que permiten añadir valor a la información gestionada; y además es un sistema informático con hardware y software especializados que tratan los datos obtenidos (bases de datos espaciales) y *son procesados por personas capacitadas*.

Debido a la importancia que tienen los SIG, el avance de la tecnología informática, debe ser optimizado para el desarrollo de este tipo de estudios que son de gran beneficio para el análisis de la información y consecuentemente para el proceso de toma de decisiones. Además, la reducción de los costos en los equipos informáticos ha permitido también que el SIG incremente rápidamente su uso.

La referenciación espacial o georreferenciación es el medio por el cual los datos geográficos se relacionan con una localización, con el lugar en el que están. Algunos de los sistemas más comunes son: las coordenadas geográficas (latitud y longitud en una esfera) y la malla de coordenadas rectangulares (proyección sobre una superficie plana).

Muchas bases de datos de los SIG consisten en conjuntos de datos que se agrupan en capas; cada capa representa un determinado tipo de información geográfica. En la Figura 5.1 se aprecia una capa donde se puede incluir información sobre las calles de un espacio urbano, otra sobre los suelos de esa área, mientras que una tercera puede contener los datos sobre la altitud del terreno.



Figura 5.1.- Ejemplo de representación de información correspondiente a un área geográfica con diferentes temas o mapas (Mena et al, 2001).

Las aplicaciones de un SIG son amplias y continúan aumentando: sirve para la elaboración de mapas (temáticos, topográficos, en relieve, etc.) y composiciones cartográficas al añadir gráficos y tablas enlazados con los mapas, crea mapas activos con posibilidades infinitas para los multimedia y la web, posibilita la generación de escenarios y realidad virtual, así como esquemas en perspectiva realista, vuelos virtuales, 3D, etc.

5.3. COMPONENTES DEL SIG

El SIG es un sistema que integra un grupo de componentes para un correcto funcionamiento, entre éstos se tienen:

- **Datos:** se refiere al elemento principal para lograr una correcta información. Es decir una vez conocido el objeto del modelo del mundo real, se identifican las propiedades que lo forman, por ejemplo, sus *atributos que se refieren a los elementos descriptivos y el tipo de geometría como el elemento espacial*. En las consultas espaciales es necesario conocer el tipo de geometría entre los objetos del mundo real que se relacionan topológicamente.
- **Procesos:** Los procesos definen qué tareas, utilizando los datos y recursos tecnológicos, serán realizadas por el sistema. Una definición clara de los procesos a ejecutar resulta imprescindible para una correcta

identificación de las necesidades de software, aplicaciones, conformación de la base de datos, hardware y capacitación.

- **Recurso Humano:** Un SIG no podría desarrollarse sin el trabajo de las personas dedicadas a la gestión de proyectos. Forman parte esencial en la elaboración del diseño que se requiere para el proyecto y pertenecen a un grupo multidisciplinario, tales como geólogos, ingenieros, administradores, economistas, geógrafos, etc.
- **Software correspondiente al sistema:** Esencial en el trabajo de un SIG. Provee de las funciones y herramientas necesarias para el almacenamiento, análisis y despliegue de la información. La variedad es amplia y entre ellos se encuentran: ArcView, Mapinfo, Arcinfo, Autodesk world, etc.
- **Hardware o Equipo Informático:** Corresponde a la parte física del sistema y constituye la parte medular de un SIG. Formado por un ordenador, en donde se realizan todas las operaciones geográficas; digitalizador y escáner, para convertir una imagen en formato digital; equipos GPS, etc.

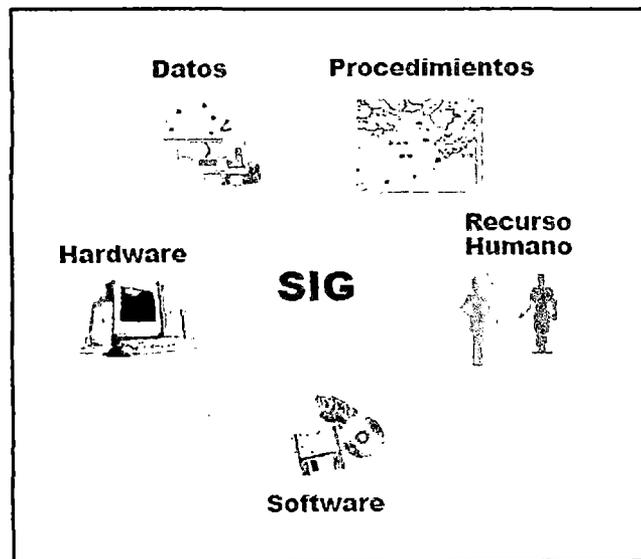


Figura 5.2.- Componentes principales de un SIG

5.4. FUNCIONES DE LOS SIG

Los programas SIG tienen una serie de funciones diseñadas para la gestión de información geográfica:

- **Estructuración de datos:** creación de bases de datos, de nueva cartografía.
- **Captura, registro y almacenamiento de datos:** el paso de información analógica, en papel, a formato digital de una computadora; esto se puede realizar de varias maneras como digitalización, vectorización, importación y otras.
- **Proceso, análisis y gestión de datos:** topología, consultas gráficas, alfanuméricas, combinadas, superposición de planos e información.
- **Creación de salidas y presentación:** impresión de informes, graficación de planos y publicación en diversos formatos electrónicos. Dependerá de la información que necesitemos para nuestras investigaciones o para los diversos usuarios.

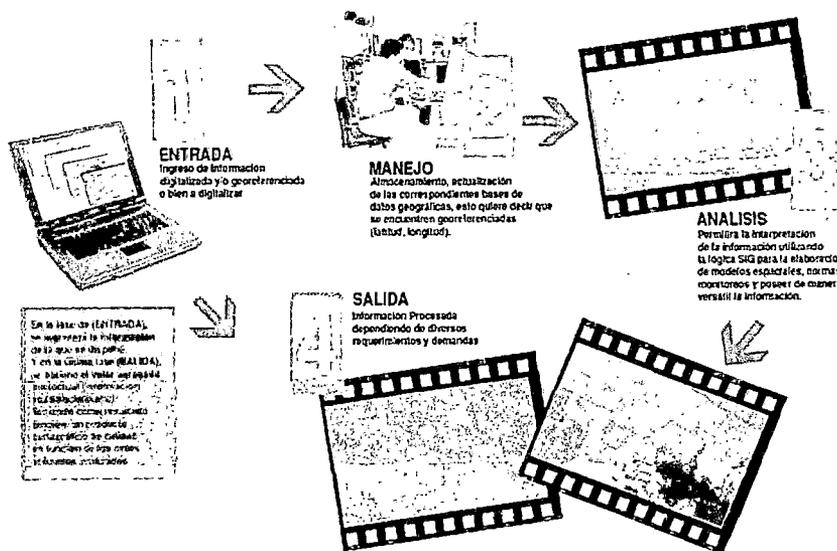


Figura 5.3.- Esquema grafico de la lógica de las funciones de los SIG

5.5. BASE DE DATOS GEOGRÁFICAS

Una base de datos constituye un sistema que permite un manejo adecuado de los datos, garantizando la seguridad e integridad de estos y permitiendo el acceso a distintos usuarios de forma transparente.

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada *que pueda ser procesada por el lenguaje de las computadoras actuales*. Este proceso de abstracción tiene diversas etapas el cual inicia con el diseño de un modelo conceptual, seguido por el diseño de un modelo físico, la implementación y el mantenimiento de información. Niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas *temáticas a incluir*.

La estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad: En primer lugar, la necesidad de tener una información actualizada y verídica así como un equipo tecnológico para poder procesarla y que permita plasmar claramente la información en temas de puntos, líneas y polígonos capaces de reflejar la realidad de la cual se ha partido; En segundo lugar, existen procesos muy complejos que tienen que realizarse para los análisis de las relaciones espaciales entre los objetos geográficos y para la definición topológica dado que puede llegar a ser muy compleja por la gran cantidad de elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad. La topología de un SIG reduce sus funciones a conocer el polígono (o polígonos) a que pertenece una determinada línea, o bien saber qué agrupación de líneas forman una determinada carretera.

Existen diversas formas de modelar estas relaciones entre los objetos geográficos o topología. Dependiendo de la forma en que ello se lleve a cabo se tiene uno u otro tipo de Sistema de Información Geográfica dentro de una estructura de dos modelos de representación: modelo Ráster y modelo Vectorial. No existe un modelo de datos que sea superior a otro, sino que cada uno tiene una utilidad específica.

- **Modelo Ráster:** En el modelo ráster, la zona de estudio se divide de forma sistemática en una serie de unidades mínimas (denominadas habitualmente celdas), y para cada una de estas se recoge la información pertinente que la describe. Se puede ver esto en detalle en la figura 5.4, que muestra aumentada una porción la malla ráster de elevaciones, de modo que los límites de las celdas se hacen patentes y puede además representarse en cada una de ellas su valor asociado.

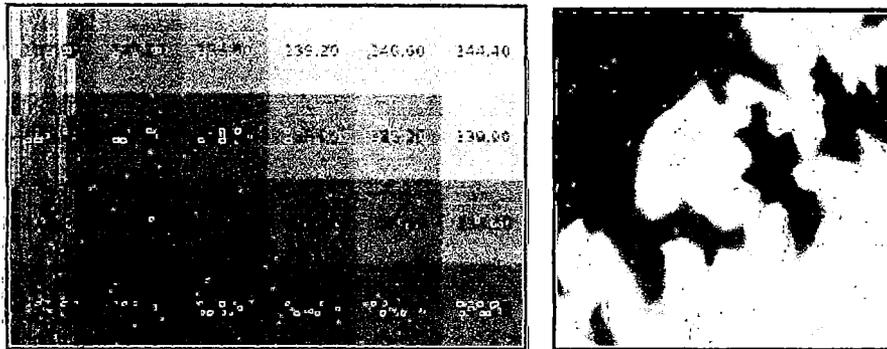


Figura 5.4.- Izquierda: celdas de una malla ráster (aumentada) con sus valores asociados; derecha: malla ráster de elevaciones.

La característica principal del **modelo ráster**, y que le confiere gran parte de sus propiedades más interesantes, especialmente de cara al análisis, es su sistematicidad. La división del espacio en unidades mínimas se lleva a cabo de forma sistemática de acuerdo con algún patrón, de tal modo que existe una relación implícita entre las celdas, ya que estas son contiguas entre sí, cubren todo el espacio, y no se solapan. Por tanto, la posición de una celda depende de la de las restantes, para así conformar en conjunto toda la malla regular que cumple las anteriores características.

En el **modelo ráster** no se recogen de forma explícita las coordenadas de cada una de las celdas, sino tan solo los valores de estas. No resulta necesario acompañar a dichos valores de un emplazamiento espacial concreto, pues hacen referencia a un elemento particular de la malla, la cual representa una estructura fija y regular. No obstante, sí que es necesario emplazar dicha malla en el espacio para después poder calcular las coordenadas particulares de cada celda.

Para tener una descripción precisa de los objetos geográficos contenidos en la base de datos, el tamaño del pixel debe ser reducido en función de la escala, lo que dotará a la malla de una resolución alta; sin embargo, a mayor número de filas y columnas en la malla, mayor esfuerzo en el proceso de captura de la información y mayor costo computacional al momento de procesarla. El modelo de datos ráster es útil cuando tenemos que describir objetos geográficos con límites difusos, como por ejemplo puede ser la dispersión de una nube de contaminantes, o los niveles de contaminación de un acuífero subterráneo, donde los contornos no son absolutamente nítidos; en esos casos, el modelo ráster es más apropiado que el vectorial.

- **Modelo Vectorial:** El modelo vectorial presenta entidades discretas, pues modela el espacio geográfico mediante una serie de figuras geométricas que contienen los elementos más destacados de dicho espacio. Estas formas geométricas son de tres tipos: puntos, líneas y polígonos.

Utilizando puntos, líneas o polígonos, puede modelarse el espacio geográfico si se asocia a estas geometrías una serie de valores definitorios. La componente espacial de la información queda así en la propia primitiva (recoge la forma, posición y otras propiedades espaciales), y la componente temática queda en dichos valores asociados (figura 5.5).

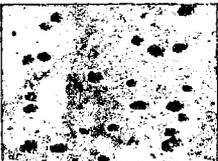
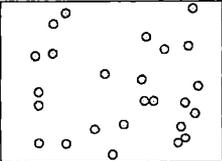
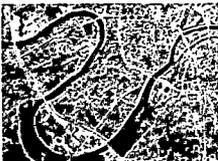
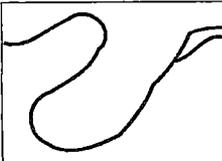
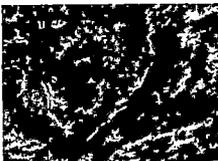
Figuras	Entidad Espacial	Representación
Puntos		
Líneas		
Polígonos		

Figura 5.5.- Figuras geométrica en el modelo de representación vectorial.

- **Ráster vs Vectorial:** La comparación entre ambos modelos resulta necesaria para hacer un uso correcto de ellos, eligiendo en cada caso el más adecuado, y combinándolos de la manera óptima. Algunos aspectos a los cuales puede atenderse para comparar uno y otro modelo son las siguientes:

Planteamiento.- El modelo ráster hace más énfasis en aquella característica del espacio que analizamos (que y como), mientras que el modelo vectorial da prioridad a la localización de dicha característica (donde).

Volumen de almacenamiento.- El número de elementos a almacenar es, en general, muy superior en el caso del modelo ráster. Para variables que se conciben mejor según un modelo conceptual de entidades discretas, el modelo vectorial resulta más adecuado, ya que todas las zonas sin entidades no es necesario registrarlas de modo explícito, mientras que en el modelo ráster estas deben registrarse de igual modo que aquellas en las que sí existe información relevante.

Precisión.- El modelo ráster tiene su precisión limitada por el tamaño de celda. Las entidades menores que dicho tamaño de celda no pueden recogerse, y la variación espacial que sucede dentro del espacio de la celda tampoco. La división del espacio en unidades cuadradas impide la representación fiel de entidades como curvas como la mostrada en trazo rojo en la figura 5.6.

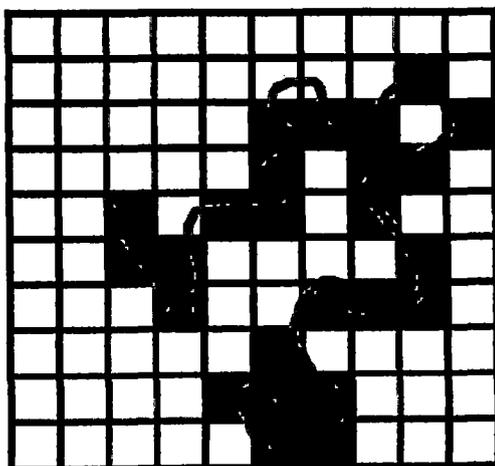


Figura 5.6.- Imprecisión de forma en el modelo de representación ráster.

5.6. ALCANCES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los SIG constituyen una herramienta muy poderosa para la gestión de información y su relación con algo tan tangible como un predio, un río o una obra de desarrollo urbano. Sin embargo, es muy importante conocer los alcances de un sistema como este para aprovechar sus potencialidades al máximo utilizándolo como una referencia más en el delicado proceso de toma de decisiones de la empresa, el gobierno y las asociaciones civiles.

Un SIG permite:

- Realizar un gran número de manipulaciones, principalmente las superposiciones de mapas, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos.
- Consultar de manera simple y rápida las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema.
- Realizar operaciones analíticas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Efectuar análisis y representación estadístico de muestras grandes.
- Actualizar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que esté relacionado con la base de datos inicial.

5.7. APLICACIONES DEL SIG

Los SIG son herramientas útiles desde muchos puntos de vista, y actúan como herramientas versátiles de las que puede sacarse uno u otro provecho según el enfoque adoptado. Para clasificar los diferentes ámbitos de aplicación de los SIG no solo debe atenderse al ámbito en sí, sino también a la funcionalidad que del SIG se espera en cada uno de ellos, y de algunos otros aspectos relativos a los distintos elementos que conforman el SIG. De esta forma se pueden definir los grupos comunes de actividad existentes en torno al SIG y los elementos que las agrupan o diferencian.

Algunos de los papeles principales que un SIG puede jugar son los siguientes:

- SIG como herramienta modeladora. Puede modelar realidades geográficas complejas mediante la combinación de análisis sencillos.
- SIG como herramienta para toma de decisiones. Mediante las capacidades analíticas del SIG y la interpretación de los resultados es factible realizar una evaluación multicriterio para tomar decisiones.
- SIG como herramienta para difusión de información geográfica. Su gran capacidad le permite exponer los datos geográficos a un público más amplio de una forma óptima.
- SIG como una herramienta centralizadora. El SIG actúa como un elemento central para facilitar el acceso de todas las personas implicada a la información y garantizar que ese acceso se realice de forma correcta.

Los SIG actualmente tienen un amplio rango de aplicaciones y una buena aceptación por parte de los gobiernos, empresas privadas e instituciones de investigación. Entre estas aplicaciones está la gestión de riesgos, gestión de recursos naturales, análisis de recursos medioambientales, planificación del suelo, estimación de impuestos, análisis de mercado, demografía, planificación de infraestructura, estudios de hábitat, análisis arqueológicos, negocios y marketing entre otras muchas más. De las experiencias sufridas en el pasado referente a Riesgos Naturales tales como los terremotos, huracanes, inundaciones y erupciones, cuya peligrosidad o severidad radica en el efecto que tiene en grandes áreas, alcanzando sobre todo zonas urbanas que en algunas ocasiones están densamente pobladas. De esta manera se observa la necesidad de manejar una gran cantidad de información, especialmente de elementos georreferenciados o espaciales que puede verse afectado por estos fenómenos como son los edificios, puentes, presas, líneas vitales (líneas de agua, gas, luz, etc.), así como los mismos fenómenos naturales que pueden actuar.

La implementación de los SIG en los programas de planificación y mitigación de desastres es esencial para una pronta respuesta de las autoridades competentes ante la ocurrencia de un desastre, ejecutándose de manera ordenada y prioritaria en aquellos lugares donde se determinó que los daños podrían ser mayores. Los SIG, dentro de los programas de planificación determinan las zonas con mayor probabilidad de daño, localizando a su vez,

los sistemas de emergencia más cercanos y las zonas que pueden utilizarse como áreas de resguardo para la población.

5.8. LIMITACIONES DEL SIG

Se debe tener en cuenta que un SIG no siempre es aplicable a una situación determinada y puede no ser provechoso. Se debe evaluar cuidadosamente las necesidades de un SIG en términos objetivos y aplicaciones específicas antes de implementarlo en cualquier proyecto.

La confiabilidad de cualquier análisis generada mediante un SIG dependerá principalmente de la cantidad y calidad disponible de la información de los elementos que se quieran estudiar y, en algunos casos, de las metodologías adecuadas para desarrollar el estudio. Existen varios aspectos que pueden influir en la calidad del resultado obtenido, por ejemplo, si se realiza un análisis en un mapa a escala 1:5,000 sobre información geográfica creada a escala 1:25,000, la calidad de lo generado no se podrá garantizar, debido a que obtienen resultados en una escala con mayor resolución de la que cuenta. En este caso, la información obtenida solo sería confiable si se diera el caso inverso al descrito.

Por otro lado, otro factor que afecta en gran medida los proyectos en donde se implemente el SIG es el factor humano con el que se dispone, debido a que es necesario que el personal que se incluye en este tipo de proyectos deba tener cierto grado de preparación y conocimiento según sea la magnitud y características del proyecto.

5.9. RESUMEN

En el presente capítulo se describen las componentes, funciones, base de datos, alcances, aplicaciones y limitaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los sistemas de información geográfica (SIG) son considerados como una herramienta poderosa que captura, almacena, transforma, analiza y gestiona datos geográficos con el fin de obtener información territorial para resolver problemas complejos de planificación. Así mismo el SIG es un sistema de información que se orienta en la gestión, procesa datos almacenados previamente y permite eficaces consultas espaciales repetitivas y estandarizadas que permiten añadir valor a la información gestionada.

El SIG es un sistema que integra un grupo de componentes para un correcto funcionamiento, entre éstos se tienen: Datos, Procesos, Recurso Humano, Software y Hardware. El SIG también contiene una serie de funciones diseñadas para la gestión de información geográfica: Estructuración de datos; Captura, registro y almacenamiento de datos; Proceso, análisis y gestión de datos; Creación de salidas y presentación.

De igual manera el SIG debe contener una base de datos, la cual constituirá un sistema que permite un manejo adecuado de los datos, garantizando la *seguridad e integridad de estos y permitiendo el acceso a distintos usuarios de forma transparente.*

Un SIG permite realizar un gran número de manipulaciones; consultar de manera simple y rápida las bases de datos; realizar operaciones analíticas rápidas; comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo; efectuar análisis y representación estadístico de muestras grandes actualizar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante.

Los SIG actualmente tienen un amplio rango de aplicaciones y una buena aceptación por parte de los gobiernos, empresas privadas e instituciones de investigación. Sin embargo también tiene limitaciones, no siempre es aplicable a una situación determinada y puede no ser provechoso. Se debe evaluar cuidadosamente las necesidades de un SIG en términos objetivos y *aplicaciones específicas antes de implementarlo en cualquier proyecto.*

CAPÍTULO VI

PELIGRO SÍSMICO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA

6.1. INTRODUCCIÓN

La evaluación del peligro sísmico al que están expuestos las distintas ciudades se realizan mediante estudios de nivel regional y a escala local. Para la estimación del peligro sísmico a escala regional se realiza un análisis del peligro basándose en metodologías diversas y determinando finalmente las máximas aceleraciones para cada región geográfica.

El peligro sísmico a escala local permite estimar los efectos de sitio, es decir, las características dinámicas del suelo de fundación mediante la realización de ensayos geofísicos. La estimación del peligro sísmico a escala local, se realizara mediante el ensayo de microtrepidaciones para estimar el periodo predominante del suelo de fundación, conjuntamente con la implementación del método del índice de vulnerabilidad para evaluar la calidad estructural de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja. La estimación del peligro a escala local se realiza en tres niveles (ver tabla 6.1), de acuerdo a la información disponible y a los objetivos del proyecto.

Tabla 6.1.- Niveles de estimación del peligro sísmico local

Estimación del Peligro Sísmico		
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Estudios de mecánica de suelos ensayos SPT	Ensayo de microzonificación sísmica	Ensayo de refracción sísmica
Mapa: Zonificación geotécnica.	Mapa: Zonificación por periodos.	Mapa: Zonificación por amplificación sísmica.

(Fuente: F. Marín, 2012)

Teniendo en cuenta el alto nivel de riesgo sísmico al que está expuesto el Perú y reconociendo que el entorno sísmico y los métodos de análisis cambian continuamente, es necesario proveer datos adecuados destinados a estimar la peligrosidad sísmica. Con el fin de proveer una mejor información, los parámetros sismológicos en la evaluación del peligro sísmico en el Perú, hasta ahora planteados, deberían de ser reevaluados y actualizados.

6.2. SISMICIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

6.2.1. Historia Sísmica en el Perú

La información sobre la sismicidad histórica del Perú se remonta al siglo XV y la calidad de los datos esta principalmente ligada a la distribución y densidad de la población en las regiones afectadas por eventos sísmicos.

La recopilación de suficiente información en los registros de sismicidad histórica puede permitir la determinación de intensidades máximas en la zona, estimar el epicentro y la magnitud del sismo. Además, dado que los registros históricos poseen información de la fecha en que ocurrió un sismo, pueden ser empleados para evaluar la tasa de recurrencia sísmica y la sismicidad de una determinada área.

Desde el siglo XVI hasta el siglo XIX principalmente se reportan los sismos sentidos en las ciudades principales, indicando que dicha actividad sísmica no es totalmente representativa, ya que pueden haber ocurrido sismos importantes en regiones remotas que no fueron reportados, por lo que la información con la que se dispone de estas épocas es incompleta. A partir del año 1900 se contaba con instrumentos para registrar los sismos, pero solo desde el año 1963 (año en que se instaló una red de sismógrafos), los datos instrumentales son más precisos.

En referencia a la ciudad de Lima, El terremoto de 1687 destruyó toda gran parte de la ciudad y aunque reconstruida, volvió a ser íntegramente destruida por el gran sismo de 1746, que acompañado de un tsunami arrasó el puerto del Callao.

Otras ciudades del Perú fueron destruidas por fuertes movimientos sísmicos; Arequipa lo fue sucesivamente en 1582, 1600 y 1784; la ciudad imperial del Cuzco en 1650 y Trujillo en 1619. Durante el siglo XIX sucedieron varios sismos; uno de los principales por su intensidad fue el de 1868, que devastó Arequipa, Tacna y Arica.

En el siglo XX y siglo XXI, notables fueron por la intensidad y estragos que causaron los terremotos que afectaron a las localidades de: Piura y Huancabamba (1912), Caravelí (1913), Chachapoyas (1928), Lima (1940), Nazca (1942), Quiches en Ancash (1946), Satipo en Junín (1947), Lima

(1966), Chimbote y Callejón de Huaylas (1970), Lima (1974), Moquegua-Arequipa-Tacna (2001), Pisco (2007), Yauca – Acari (2013) y Coracora (2014).

La tabla 6.2 detalla los sismos con mayor magnitud e intensidad producidos en el Perú desde el año 1600 hasta la actualidad, elaborado por la oficina de estadística y telemática del INDECI. Así mismo se muestran los mapas epicentrales elaborados por el Instituto Geofísico del Perú (ver Figura 6.1) y Silgado (ver Figura 6.2) de los principales sismos ocurridos en el territorio nacional.

Tabla 6.2.- Sismos de mayor magnitud e intensidad ocurridos en el Perú.

Fecha	Localidad	Magnitud	Int. Máxima
24/11/1604	Costa de Moquegua	8,4	IX
14/02/1619	Costa de Trujillo	7,8	VIII
31/03/1650	Cusco	7,2	VII
28/10/1746	Costa de Lima	8,4	X-XI
13/08/1868	Costa de Tacna	8,6	XI
06/08/1913	Caravelí (Arequipa)	7,7	X
09/04/1928	Carabaya (Puno)	6,9	VII
24/05/1940	Lima	8,2	VII-VIII
24/08/1942	Nazca (Ica)	8,4	IX
10/11/1946	Quiches (Ancash)	7,2	X-IX
01/11/1947	Satipo (Junín)	7,5	VIII-IX
21/05/1950	Cusco	6,0	VII
21/07/1955	Caravelí (Arequipa)	6,7	VI
29/10/1956	Tingo María y Huánuco(Huánuco)	6,0	VI- VII
15/01/1958	Arequipa	7,3	VIII
19/07/1959	Arequipa	7,0	VII
13/01/1960	Arequipa	7,5	IX
24/09/1963	Ancash	7,0	VII
17/10/1966	Lima	7,5	VIII
19/06/1968	Moyobamba (San Martín)	7,0	VII
24/07/1969	Pariahuanca (Junín)	5,6	V
01/10/1969	Pariahuanca (Junín)	6,2	VI
14/02/1970	Panao(Huánuco)	7,0	VII-VIII
31/05/1970	Chimbote (Ancash)	7,7	VII-VIII
03/10/1974	Lima	7,5	VIII
16/02/1979	Arequipa	6,9	VI
05/04/1986	Cusco	5,8	V
31/05/1990	Moyobamba (San Martín)	6,1	VI
04/04/1991	Moyobamba (San Martín)	6,0	V
05/04/1991	Moyobamba (San Martín)	6,5	VII
18/04/1993	Lima	6,1	VI
12/11/1996	Nazca (Ica)	7,5	VII-VIII
03/04/1999	Arequipa	6,1	VI
23/06/2001	Moquegua, Arequipa, Tacna	8,4	VIII

Fecha	Localidad	Magnitud	Int. Máxima
25/09/2005	Lamas (San Martín)	7,5	V
15/08/2007	Pisco (Ica)	7,9	IX
25/01/2010	Puerto Inca (Huánuco)	5,8	IV
24/08/2011	Contamana (Ucayali)	7,0	V-VI
28/10/2011	Ica	6,7	V-VI
25/09/2013	Yauca – Acari (Arequipa)	7,0	VI
24/08/2014	Coracora (Ayacucho)	6,8	VI

(Fuente: INDECI - F. Marín, 2012)

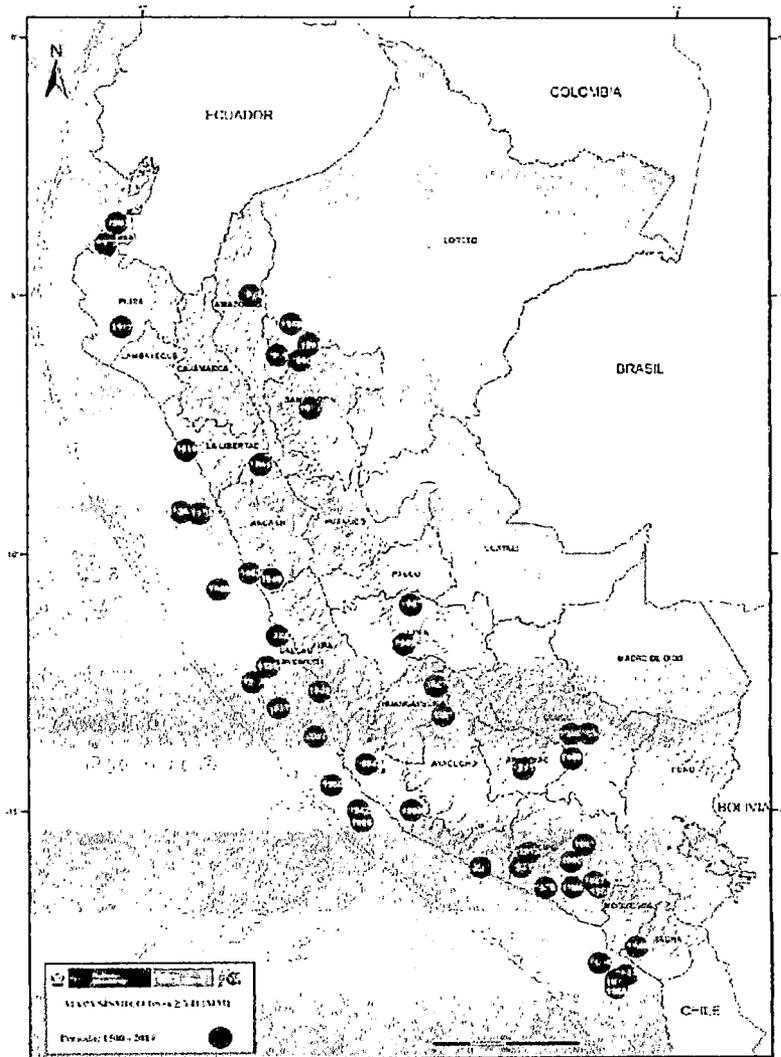


Figura 6.1.- Mapa epicentral de grandes sismos históricos ocurridos en Perú, periodo 1500 a 2014. Con una intensidad máxima evaluada $I_{max} \geq VII$ (MM). (IGP-2014).

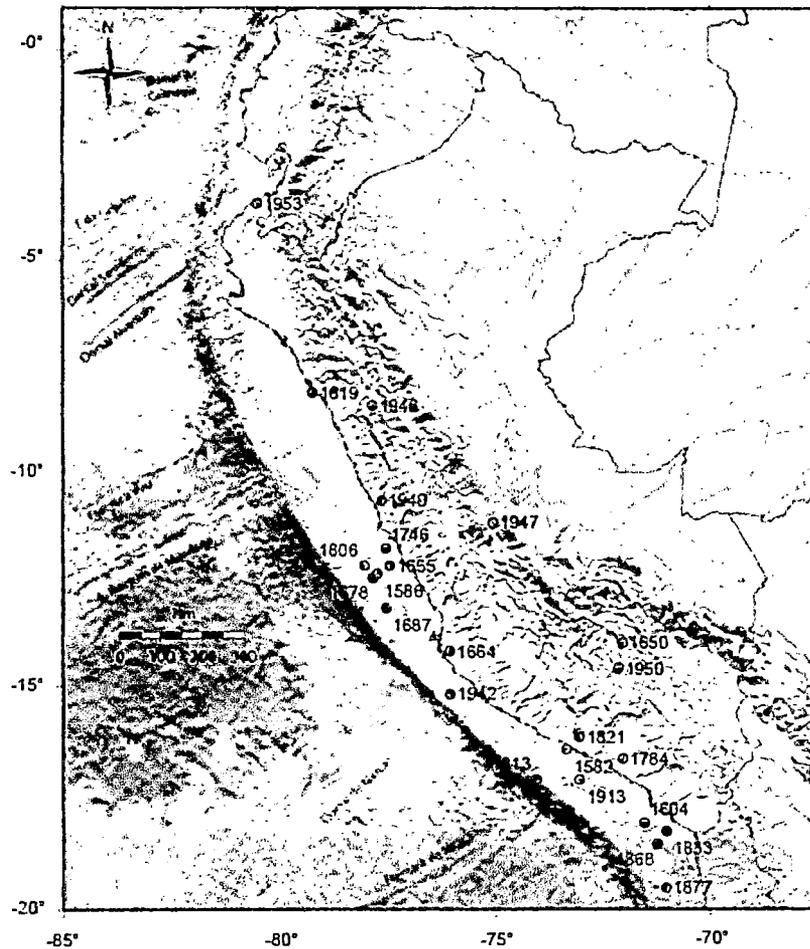


Figura 6.2.- Principales terremotos ocurridos en el Perú (Silgado, 1978).

6.2.2. Historia Sísmica de la ciudad de Jauja

La ciudad de Jauja se encuentra ocupando el lado Norte del valle del Mantaro a 45 km de la ciudad de Huancayo (Junín) y está ubicada en la depresión interandina de las cordilleras Occidental y Oriental de los Andes Centrales del Perú.

En este contexto la región Junín se encuentra expuesto al peligro que representan la actividad sísmica provocada por la subducción de la placa de Nazca con la placa Sudamericana y a las tres fallas geológicas ubicadas dentro de la región (ver Figura 6.5), la falla geológica del Huaytapallana (provincia de Huancayo), falla de Ricrán (provincia de Jauja) y la falla del Gran Pajonal (provincia de Satipo). Realizando un repaso en la historia en el año 1947 la falla del Gran Pajonal produjo un movimiento sísmico de magnitud 7.5 Ms, y en la actualidad se encuentra en un periodo de retorno; así mismo la falla del Huaytapallana en el año 1969 fue reactivado

mostrando una ruptura de superficie, provocado por el movimiento sísmico de magnitud 6.2 Ms.

Oscar Betalleluz (INDECI) sostiene que la falla geológica del Huaytapallana puede ser mucho más letal en el ámbito de estudio que un terremoto producido por el denominado círculo de fuego, debido a que cuando una falla geológica como la del Huaytapallana se activa, produce un **violento remezón y de muy corta duración**, de 15 a 20 segundos, mientras que de las placas de Nazca y Sudamericana, el temblor dura aproximadamente un minuto.

En el Catálogo Sísmico SISRA (1963-1990) y los rasgos neotectónicos indicados por Macharé et al (1991). Se observa que la actividad sísmica en la zona Norte y Centro del país está distribuida en dos fajas sísmicas longitudinales a los Andes; una occidental a los Andes y exclusivamente producto de la subducción con hipocentros mayormente superficiales y algunos intermedios; y la otra, oriental a los Andes que involucra tanto a procesos de subducción (para hipocentros de profundidades intermedias, hasta 300 Km), como también a procesos secundarios, tal como la acción compresiva del escudo brasilero contra el cinturón andino. Estas dos fajas sísmicas se unen en la zona de transición sismotectónica (13°-14° Sur), para constituir una sola amplia faja sísmica en la región sismotectónica del Perú (Deza, 1990).

Existe una actividad sísmica superficial causada por el proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino, debido a los agrupamientos importantes de eventos en algunas estructuras neotectónicas, tales como las fallas de Huaytapallana, fallas ubicadas en la sierra central y en Moyobamba, en donde la actividad sísmica se encuentra en los primeros 40 Km de profundidad.

De acuerdo a la ubicación de la ciudad de Jauja, este se encuentra en una zona de continua ocurrencia de sismos de foco superficial e intermedio (ver Figura 6.3 y 6.4) con magnitud moderada asociada con el proceso de convergencia de las placas, Nazca y Sudamericana; así como los originados por las fallas geológicas presentes en la región.

Según la incidencia sísmica, los sismos en la ciudad de Jauja pueden considerarse de:

- **Mayor Gravedad**, colapso de viviendas y grietas grandes en las paredes.
- **Mediana Gravedad**, con grietas pequeñas en las paredes, sin destrucción o pocas viviendas colapsadas.
- **Menor Gravedad**, con pequeñas fisuras en las viviendas.

Según la profundidad del foco de los sismos se agrupan en:

- **Superficiales o Someros**, cuya profundidad del foco es menor de 60 ó 70 Km. son de origen tectónico.
- **Intermedios**, cuya profundidad del foco está entre 60 a 300 Km. son de origen tectónico.
- **Profundos**, cuya profundidad del foco es mayor a 300 Km.

A continuación serán mencionados los sismos que se registraron en la ciudad de Jauja con mayor intensidad se suscitaron el 09 de Julio de 1586 con intensidad estimada de VI-VII en la escala de MM y el 28 de Octubre de 1746 con intensidades de VII-VIII en la escala de MM.

En referencia a los sismos en la zona de influencia de Jauja, mencionaremos:

- El sismo del 01 de Octubre del 1969 en Pariahuanca (Junín) de magnitud 6.2 Ms, el cual se sintió en la ciudad de Jauja con una intensidad de V - MM, el epicentro fue ubicado a 50 km al Noreste de Huancayo.
- El sismo del 01 de Noviembre de 1947 en Satipo (Junín) de magnitud 7.5 Ms, el cual se percibió en la ciudad de Jauja con una intensidad de VI a VII - MM, el epicentro fue ubicado a 30 kilómetros de Pangoa.
- El sismo de Pisco (Ica) del 15 de Agosto del 2007 magnitud 7.9 Mw, se sintió en la ciudad de Jauja con una intensidad de V - MM.

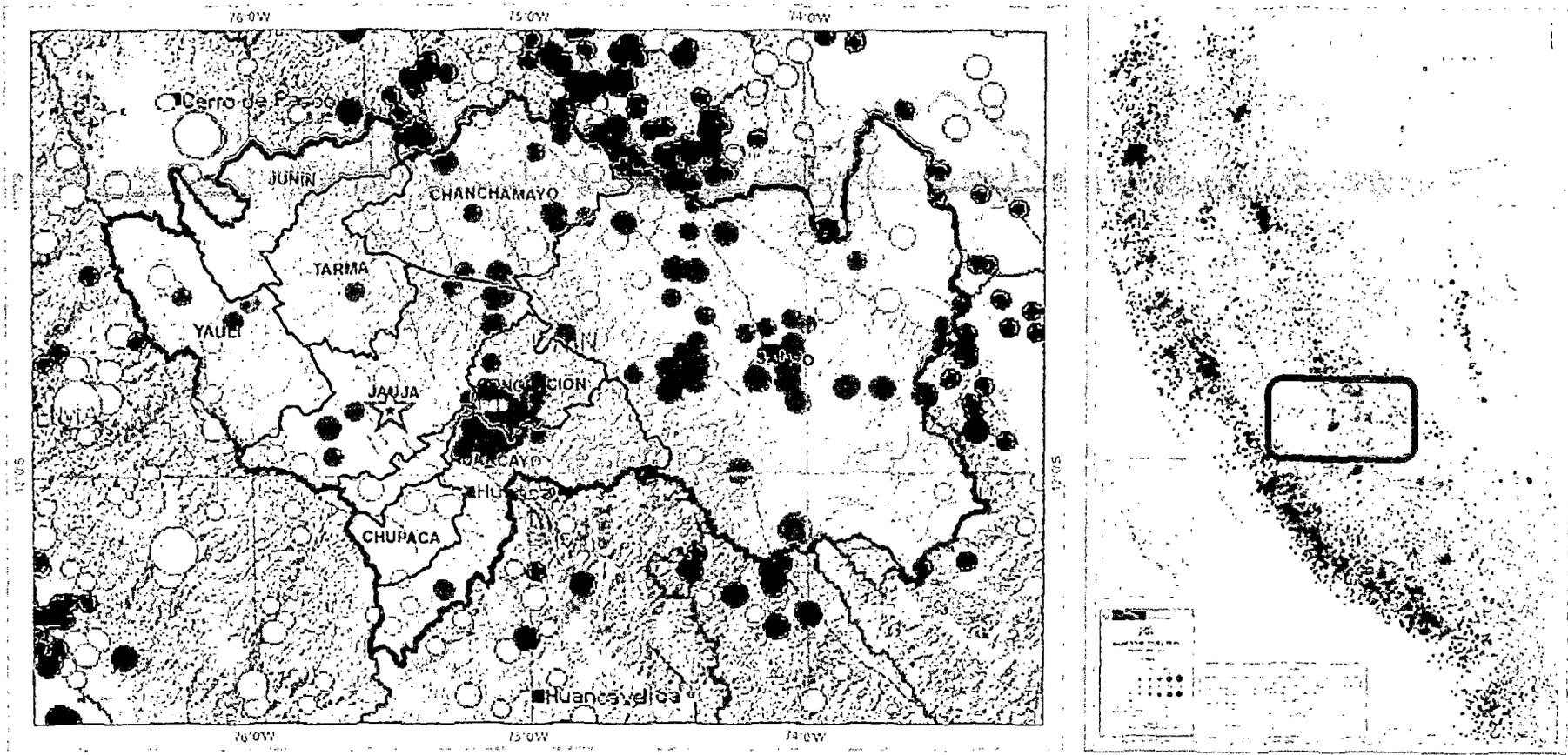


Figura 6.3.- Sismicidad con magnitud $M_w \geq 4.0$ en la región Junín para el periodo 1964 y 2011. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos: color rojo, verde y azul representan sismos superficiales, intermedios y profundos respectivamente (Tavera-IGP).

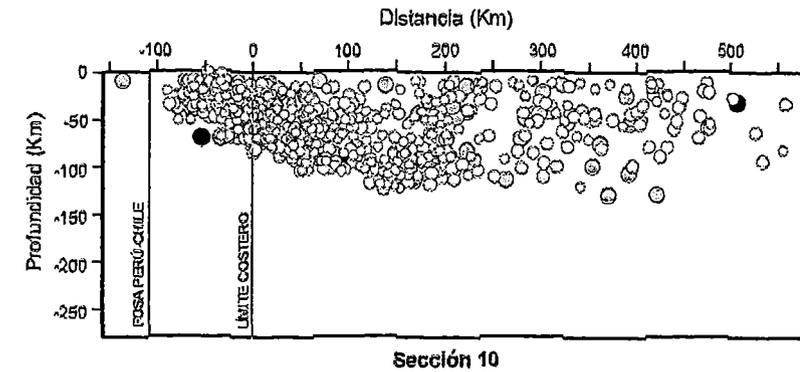
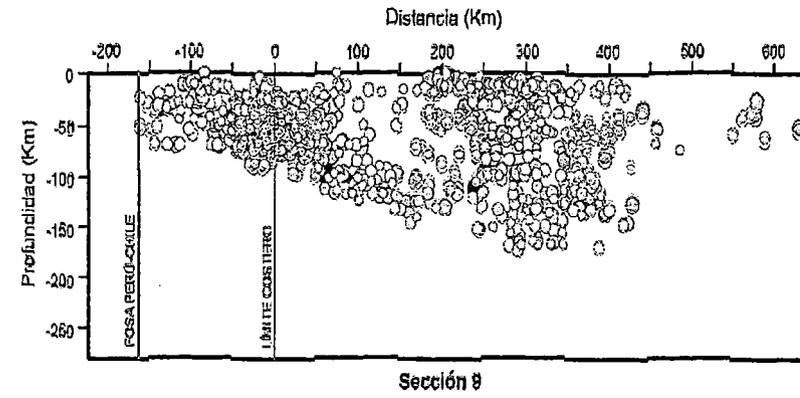
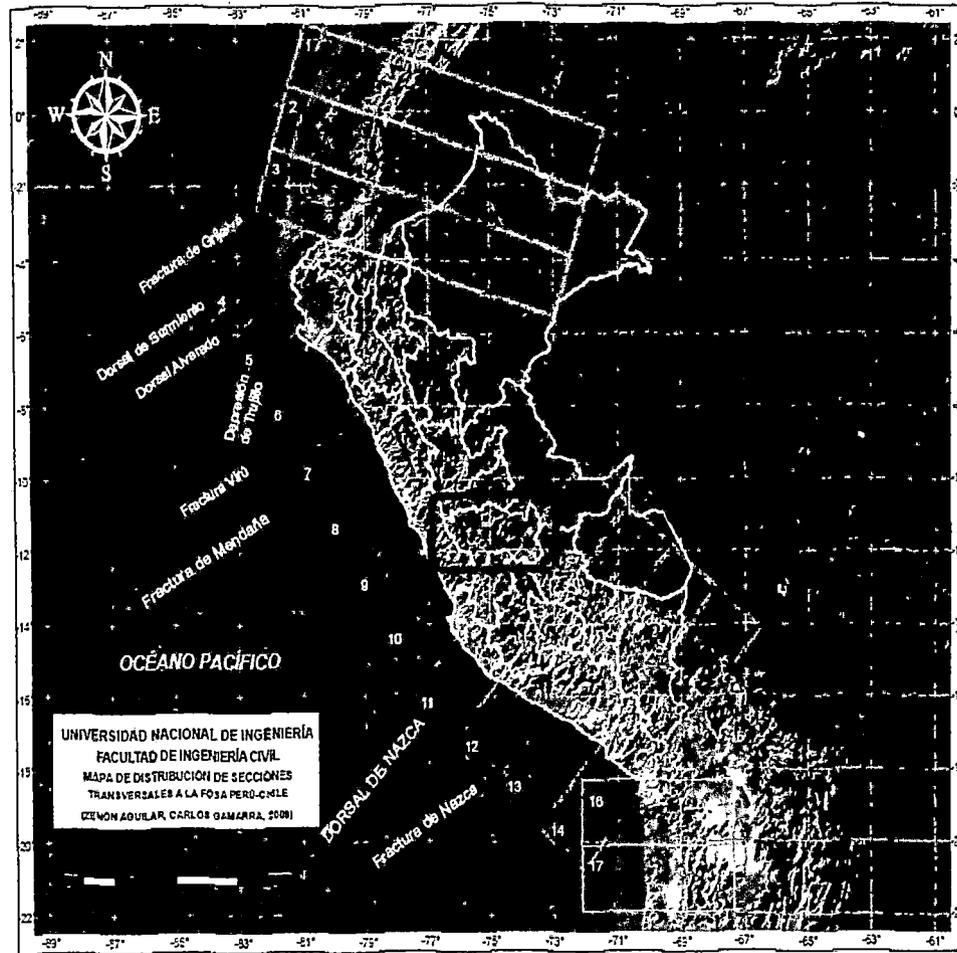


Figura 6.4.- Distribución de secciones transversales perpendiculares a la Fosa Perú-Chile. Junín se encuentra dentro de las secciones N°9 y N°10 (Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).

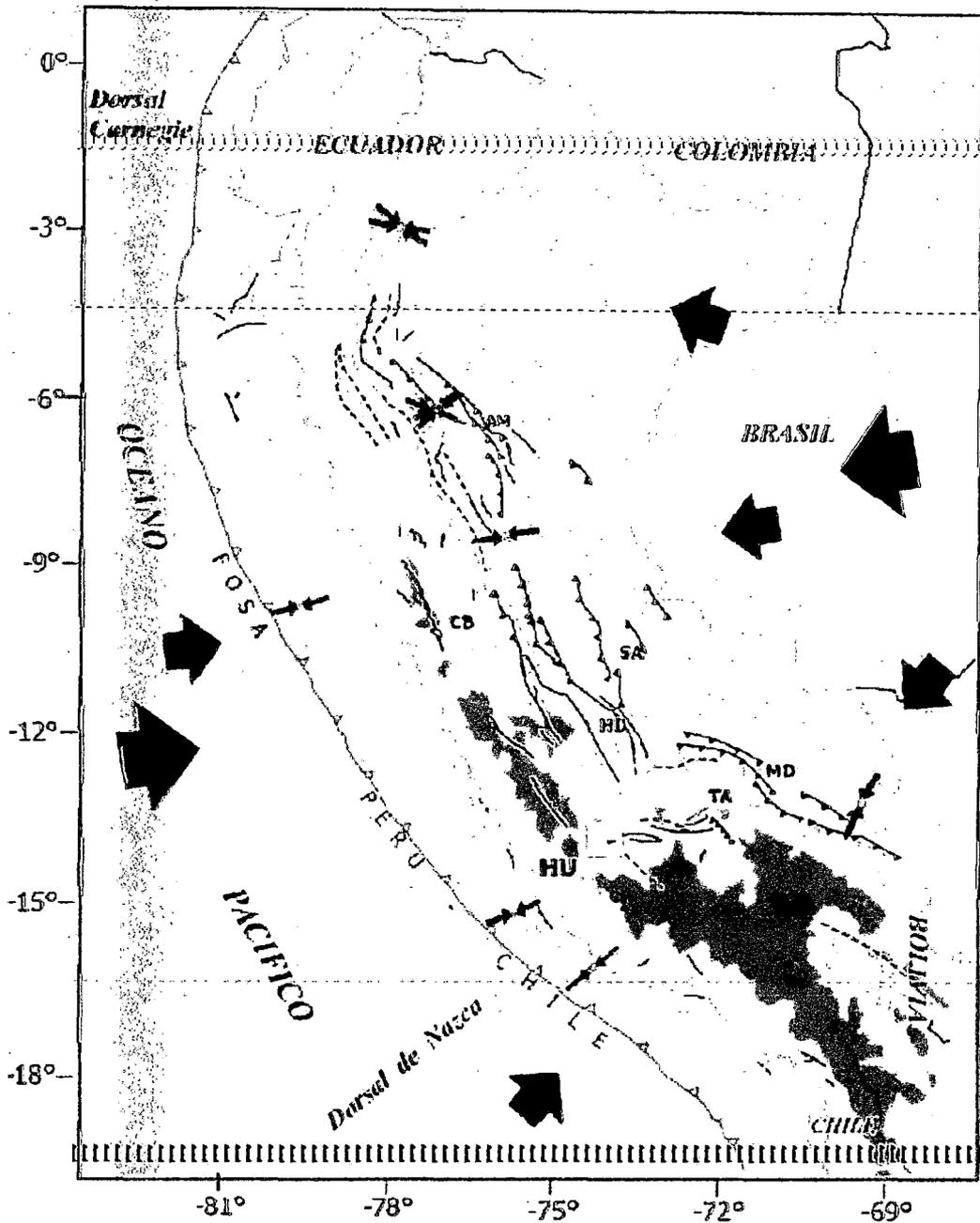


Figura 6.5.- Esquema sismotectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú. Las flechas rojas pequeñas y grandes indican la dirección de la deformación local y regional. Las flechas negras corresponden a la dirección de convergencia de placas (Nazca y Sudamericana). AM, sistema de fallas del Alto Mayo; CB, sistema de fallas de la Cordillera Blanca; SA, sistema de fallas de Satipo; HU, sistema de fallas del Huaytapallana; MD, sistema de fallas de Madre de Dios y TA, sistema de fallas de Tambomachay (IGP, 2014)

6.2.3. Sismicidad Instrumental

Los registros instrumentales representan la mejor información disponible para la identificación y evaluación de las fuentes sísmicas. Estos registros han sido obtenidos desde los inicios del siglo XX, es decir desde aproximadamente el año 1900. Sin embargo, muchos de los que fueron registrados antes del año 1960 se encuentran incompletos o no presentan una buena calidad. Por el contrario, a partir del año 1963, la calidad de la información sísmica instrumental ha mejorado en el Perú con la instalación de la red sismográfica mundial. En tal sentido, la ubicación de hipocentros ha mejorado recientemente por lo que puede considerarse los siguientes períodos en la obtención de los datos sismológicos.

- Antes de 1900: Se posee datos históricos descriptivos de sísmicos destructores.
- Entre 1900 y 1963: Se posee datos instrumentales aproximados.
- Entre 1963 hasta la actualidad: Se posee datos instrumentales más precisos.

La limitación más significativa de la sismicidad instrumental es el corto período de tiempo de observación y recopilación de los registros de eventos sísmicos en comparación con los largos períodos de recurrencia de grandes sismos. Por otro lado, la localización instrumental del alineamiento de los epicentros o hipocentros indica la existencia de fuentes sismogénicas y además el análisis de las réplicas de sismos puede ayudar significativamente en la delimitación de las fuentes.

La información sismológica instrumental en el Perú se encuentra recopilada en el catálogo sísmico del Instituto Geofísico del Perú (Red Sísmica Nacional), en el catálogo telesísmico del National Earthquake Information Center - NEIC, (Red Sismográfica Global) y en la base de datos sísmica del proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina, 1985) que tiene eventos registrados a partir del año 1900. Este último fue actualizado en primera instancia hasta el año 1990, con datos verificados por el International Seismological Center (ISC) y posteriormente fue nuevamente actualizado hasta el año 1997 a través del proyecto CONCYTEC.

El análisis de peligro sísmico se realiza en función de la magnitud. Las escalas de magnitud utilizadas son m_b , M_s y M_w , calculadas a partir de las ondas de cuerpo, ondas de superficie y del momento sísmico respectivamente. Se utilizó las siguientes relaciones entre estas magnitudes, de manera que se pueda utilizar cualquiera de ellas para homogenizar la muestra de datos.

$$m_b = 3.30 + 0.40M_s$$

$$M_w = 0.67M_s + 2.07, \quad \sigma = 0.17, \quad 3 \leq M_s \leq 6.1$$

$$M_w = 0.99M_s + 0.08, \quad \sigma = 0.20, \quad 6.2 \leq M_s \leq 8.2$$

6.3. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO SÍSMICO

El movimiento sísmico del suelo, incluyendo los valores máximos y los registros sísmicos, son derivados a través de un proceso llamado análisis del peligro sísmico. El análisis del peligro sísmico en su acepción ingenieril es un esfuerzo para estimar que nivel de movimiento del terreno podría esperarse en un emplazamiento. Tres conjuntos de datos se requieren para lograr este análisis (L. Reiter, 1990). Fuentes sísmicas (donde y cuán grande), Frecuencia de ocurrencia sísmica (con qué frecuencia) y La relación de atenuación del movimiento del suelo (cuán fuerte).

El peligro sísmico se define por la probabilidad que en un lugar determinado los efectos del movimiento sísmico del suelo excedan un nivel específico o un valor del parámetro del movimiento del suelo, denotado aquí como PGA. El parámetro PGA usualmente representa la aceleración máxima del suelo o la aceleración espectral de respuesta (S_a) de un oscilador armónico simple con un amortiguamiento específico (ξ) y un periodo natural (T). La determinación de la peligrosidad sísmica se realiza tradicionalmente desde dos perspectivas diferentes, denominadas como método determinista y método probabilista. La metodología del análisis probabilístico del peligro sísmico (PSHA) es el interés de este capítulo. Las dos metodologías emplean el mismo conjunto de datos, pero son fundamentalmente diferentes en el cálculo y en los resultados finales (Z. Wang, 2002).

6.4. ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL PELIGRO SÍSMICO (PSHA)

El Método Probabilista para el análisis del peligro sísmico consiste en la modelización estadística de la ocurrencia temporal de terremotos, de sus tamaños, y de la atenuación del movimiento del suelo dada la ocurrencia de éstos, con el objetivo final de determinar la probabilidad de excedencia de determinados niveles del movimiento del suelo. Los modelos probabilistas de ocurrencia de terremotos más empleados en la práctica están basados en distribuciones de valores extremos (Gumbel- Weibull) y sobre todo en la distribución de Poisson. Además el método probabilístico considera los efectos de todos los terremotos que pueden afectar a un emplazamiento determinado, y tienen en cuenta las leyes de recurrencia de los mismos. Dan como resultado estimaciones de la probabilidad de excedencia para cada valor de la intensidad del movimiento esperado en el emplazamiento, durante un periodo de tiempo dado, quedando así representada la peligrosidad por curvas de probabilidad. Un esquema del método seguido es mostrado en la figura 6.6. Esas funciones finales relacionan para cada fuente sísmica, la tasa de excedencia de cada aceleración en el basamento rocoso, asociadas con el período de retorno.

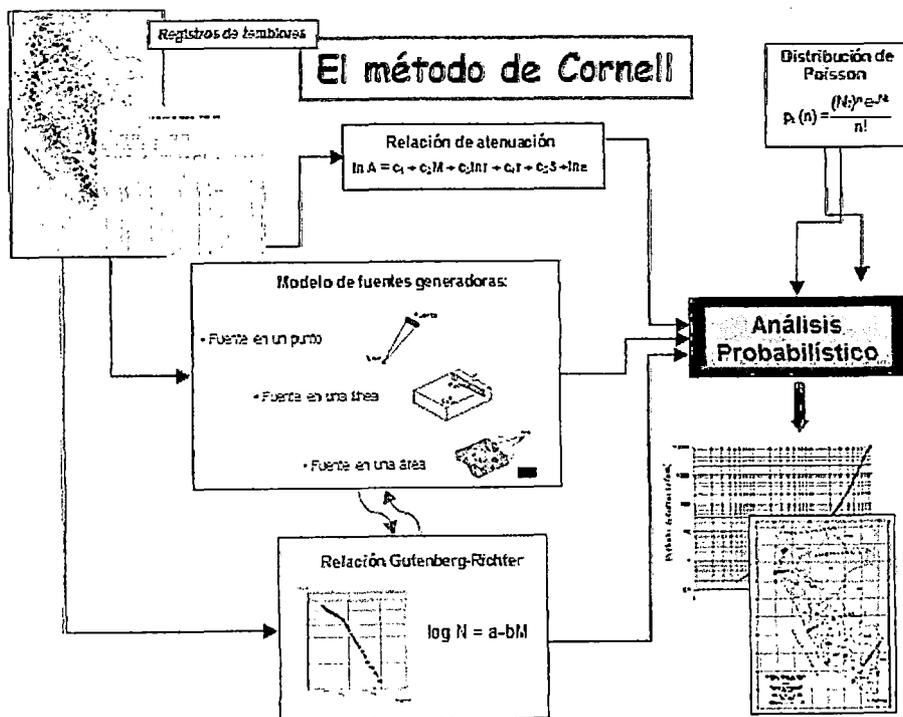


Figura 6.6.- Esquema de la metodología empleada para el análisis probabilístico

El fundamento matemático de estos métodos fue desarrollado inicialmente por Cornell (1968), se basa esencialmente en la adopción de un modelo de zonas sismogénicas con las que se realiza una compartimentación del área de influencia, y en el ajuste de la sismicidad de cada zona a un modelo de recurrencia; sumando posteriormente la contribución de todas las fuentes sísmicas para obtener la función de probabilidad que representa la peligrosidad en el emplazamiento de la estructura.

De esta forma, los efectos de todos los terremotos de diversos tamaños que ocurren de forma aleatoria dentro de cada una de las fuentes se integran dentro de una curva que proporciona probabilidades de excedencia para diferentes valores del parámetro del movimiento en el emplazamiento. Esta curva es una posible expresión de la peligrosidad, que a menudo se representa en términos de periodo de retorno en lugar de probabilidad de excedencia. Basándose en las consideraciones teóricas anteriores se han desarrollado numerosos programas de cálculo, siendo el utilizado en este estudio el software CRISIS.

Se requieren tres conjuntos de datos para lograr determinar el peligro sísmico probabilístico: Fuentes sísmicas, Frecuencias de recurrencia sísmicas y Leyes de atenuación.

6.4.1. Determinación de las Fuentes Sísmicas

Las fuentes sísmicas se utilizan para representar la sismicidad, agrupando eventos con características espaciales, geológicas, geofísicas y sísmicas similares, tales que se pueda considerar que posee un **potencial sísmico homogéneo**, es decir, en la que el proceso de generación y recurrencia de sismos es espacial y temporalmente similar. La definición de las fuentes sísmicas y su demarcación es de gran importancia para estudios cuantitativos de peligro sísmico.

La determinación de estas fuentes sísmicas se basó en el mapa de distribución de epicentros, así como en las características tectónicas del área de influencia. La actividad sísmica del Perú es el resultado de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca; y por otro lado el proceso de reajuste tectónico de la cordillera de los Andes. Esto ha permitido clasificar a las fuentes en dos tipos: las de **subducción** y las

continentales. Las fuentes de subducción modelan la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca. Las fuentes continentales están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina. Se han presentado las fuentes como áreas, ya que no existen suficientes datos para modelar las fallas activas como fuentes lineales en este tipo de análisis.

En total se definieron 20 fuentes sísmicas. La figura 6.7 muestra las fuentes 1, 2, 3, 4 y 5 representan la sismicidad de subducción de interfase. Además, muestran las fuentes 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 que representan la sismicidad de subducción de intraplaca. La figura 6.8 muestra las fuentes 15, 16, 17, 18, 19 y 20 que representan la sismicidad de corteza superficial en el interior de la placa sudamericana.

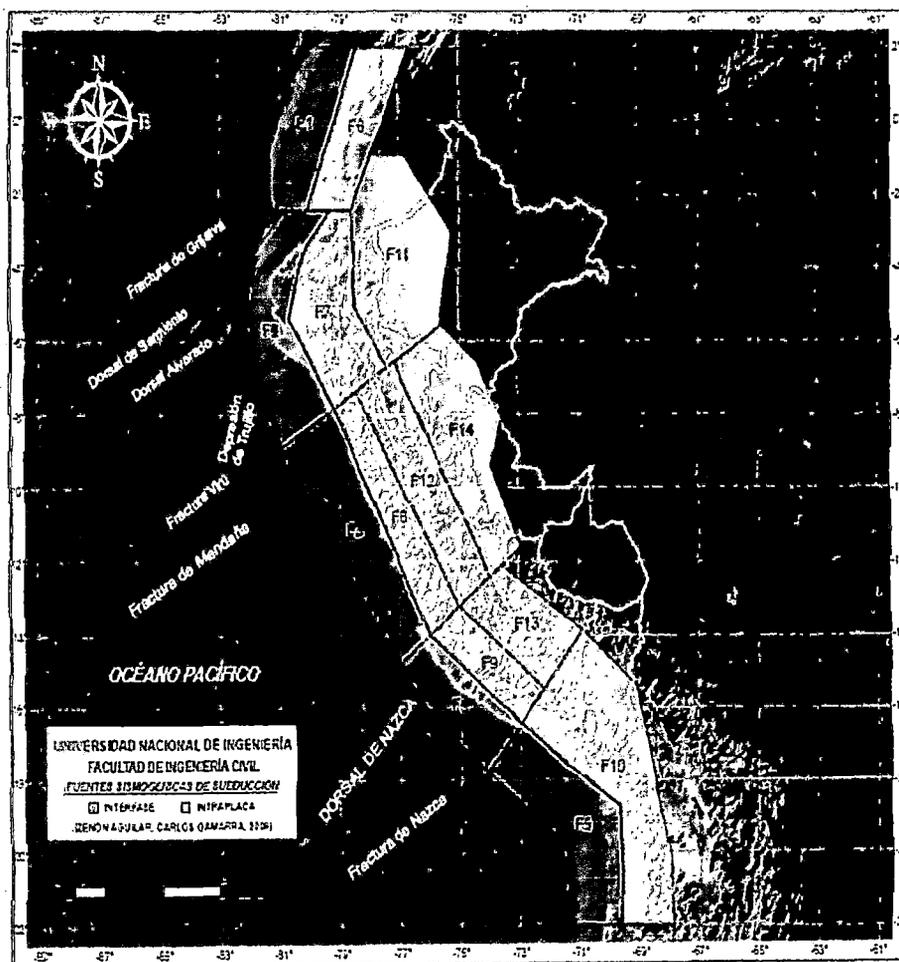


Figura 6.7.- Fuentes Sísmicas de subducción de Interfase e Intraplaca (Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).



Figura 6.8.- Fuentes Sísmicas de corteza superficial o continental (Z. Aguilar, C. Gamara 2009).

6.4.2. Determinación de las Frecuencias de Recurrencia Sísmica

Para evaluar la variabilidad de las magnitudes de los eventos sísmicos que cada fuente pueda generar es indispensable evaluar la recurrencia sísmica de la fuente. La recurrencia sísmica representa el número de eventos mayores o iguales a alguna magnitud dentro de la fuente y está definida por la pendiente de la relación de recurrencia de Gutenberg y Richter (b), la tasa media anual de actividad sísmica (λ_0), la magnitud mínima (M_0) y la magnitud máxima (M_{max}).

La expresión que define la relación de recurrencia de la actividad sísmica de un determinado lugar es:

$$\text{Log } N = a - bM \quad \dots (6.1)$$

Donde N es el número de sismos con magnitud mayor o igual a " M ", a y b son constantes. El valor a describe la actividad o productividad sísmica (log del número de eventos con $M=0$). El valor b , el cual es típicamente cercano a 1 (Zúñiga y Wyss, 2001), es un parámetro tectónico que describe la abundancia relativa de grandes a pequeños eventos. Esta expresión fue reconocida primero en Japón por Ishimoto e Lida (1939) y posteriormente en California por Gutenberg y Richter (1944). La ecuación 6.1 se puede expresar también de la siguiente forma:

$$N = \Gamma_0 e^{-\beta M} \dots\dots (6.2)$$

Dónde:

$\Gamma_0 = 10^a$; es el número de sismos por unidad de tiempo con $M > 0$

$$\beta = b \ln 10$$

Zúñiga y Wyss (2001) proponen que el valor absoluto de " b " depende también de la escala de magnitud usada, ya que hay una clara evidencia de que las escalas de magnitud cambian cuando se introduce una nueva instrumentación y/o nuevos procedimientos de análisis en la misma forma en que se modifica con el tiempo, y esto afecta las distribuciones de frecuencia-magnitud.

Para el análisis estadístico de los parámetros de recurrencia se utilizó el método de mínimos cuadrados que ajusta los valores a una recta en función de la densidad de datos que se tiene. Los datos empleados para el cálculo de los parámetros a y b se encuentran dentro del rango de valores de la magnitud mínima y máxima.

La tasa λ_0 es la tasa media anual de ocurrencia de eventos mayores o iguales que la magnitud mínima de homogeneidad; para determinar la tasa λ_0 se utiliza una variación del diagrama de Gutenberg y Richter, que consiste en dibujar un número acumulativo de eventos mayores o iguales que la magnitud mínima de homogeneidad versus el tiempo. La magnitud mínima de homogeneidad (M_0) de un conjunto de eventos se determina mediante la gráfica de número acumulativo de eventos versus magnitud y se define como el nivel para el cual los datos caen linealmente por debajo de ésta. Estos datos son ajustados a una línea recta que define los valores de a y b .

Para determinar M_{max} , magnitud máxima probable que puede ser liberada como energía sísmica (McGuire, 1974), fueron adoptados varios criterios:

- Cuando un gran sismo histórico (magnitud ≥ 8.0) fue registrado en el catálogo, esta magnitud fue elegida.
- Cuando no fue registrado un gran sismo, el máximo sismo histórico aumentado en 0.5 unidades en magnitud fue seleccionado como el sismo de magnitud máxima.
- Cuando aparecieron dudas respecto a las magnitudes históricas y algún tipo de indicación o evidencia geológica o neotectónica estuvo presente, criterios de expertos fueron privilegiados.

Para determinar las profundidades representativas de los hipocentros de las fuentes sísmicas se utilizaron las secciones transversales a la Fosa Perú-Chile más próximas a los vértices de las fuentes, de tal manera que se imodele la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana.

Las Tablas 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6 muestran los parámetros sismológicos de recurrencia, las profundidades y coordenadas de las fuentes de Subducción de Interfase e Intraplaca y de las fuentes Continentales respectivamente, utilizados en la evaluación del peligro sísmico en la Ciudad de Jauja.

Tabla 6.3.- Parámetros sismológicos de las fuentes sísmicas

Fuente	Mw			
	M_{min}	M_{max}	β	Tasa
F 3	4.6	8.4	1.292	8.683
F 8	4.3	7.1	1.879	3.754
F 12	4.1	7.1	1.962	3.099
F 13	4.6	7.5	2.079	2.145
F 14	4.8	7.8	1.810	4.650
F 15	4.4	6.3	2.385	0.782
F 19	4.8	7.2	2.450	2.589
F 20	4.3	6.9	2.010	1.409

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009)

Tabla 6.4.- Coordenadas y profundidades de las Fuentes de Subducción de Interfase.

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F3	-81.050	-8.931	30
F3	-79.156	-7.834	75
F3	-75.998	-13.999	75
F3	-77.028	-14.811	30

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009)

Tabla 6.5.- Coordenadas y profundidades de las Fuentes de Subducción de Intraplaca.

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F8	-79.156	-7.834	80
F8	-78.427	-7.363	100
F8	-74.996	-13.218	115
F8	-75.998	-13.999	80
F12	-78.427	-7.363	100
F12	-77.177	-6.557	140
F12	-73.973	-12.421	135
F12	-74.996	-13.218	115
F13	-74.996	-13.218	110
F13	-73.577	-12.112	110
F13	-70.892	-13.863	130
F13	-72.160	-15.453	130
F14	-77.177	-6.557	145
F14	-75.600	-5.539	145
F14	-74.400	-6.567	155
F14	-73.589	-8.086	195
F14	-73.914	-9.347	170
F14	-72.963	-11.633	145
F14	-73.973	-12.421	140

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009)

Tabla 6.6.- Coordenadas y profundidades de las Fuentes Continentales.

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F15	-79.156	-7.834	25
F15	-78.084	-7.213	40
F15	-76.340	-10.670	40
F15	-74.760	-13.130	40
F15	-75.998	-13.999	25
F19	-77.143	-9.079	35

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F19	-74.422	-7.976	35
F19	-74.170	-9.330	35
F19	-72.480	-11.400	40
F19	-74.760	-13.130	40
F19	-76.340	-10.670	35
F20	-74.760	-13.130	40
F20	-72.480	-11.400	40
F20	-69.400	-12.966	40
F20	-70.176	-15.201	40

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009)

6.4.3. Leyes de Atenuación

Las leyes de atenuación constituyen la capacidad del terreno para amortiguar el movimiento generado por las ondas sísmicas conforme éstas se alejan del foco sísmico. Conocer este comportamiento, permite estimar la amplitud del movimiento del suelo para una distancia y una fuente sísmica dada, con lo que esta información tiene de utilidad para el diseño, la construcción adecuada de estructuras sismorresistente y la prevención de daños (J. García, 2001).

Para efectos del presente estudio, se utilizan dos leyes de atenuación dependiendo de las trayectorias que recorren las ondas en su camino de la fuente al sitio, es decir, relacionan la intensidad en un sitio con la distancia focal. La relación depende de la magnitud del terremoto, de las características geológicas y geotécnicas del suelo de la zona y de otros parámetros que evalúan los efectos focales.

a) Relaciones de Atenuación para sismos en Zona de Subducción

Para la zona de subducción se han utilizado la ley de atenuación de aceleraciones propuesta por Casaverde y Vargas (1980) el cual está basada en los registros de acelerógrafos de las componentes horizontales de diez (10) sismos peruanos registrados en Lima y alrededores. Es notoria la menor atenuación de los sismos peruanos, en comparación con las atenuaciones de sismos en otras partes del mundo. La ley tiene la siguiente expresión:

$$a = 68.7e^{(0.8M_s)}(R + 25)^{-1.0}$$

Dónde:

- a : aceleración en cm/seg²
- Ms : magnitud de las ondas superficiales.
- R : distancia hipocentral en Km.

b) Relaciones de Atenuación para sismos en Zona Continental

Para la zona continental se han utilizado la ley de atenuación de aceleraciones propuesta por McGuire (1974). Esta ley de atenuaciones fue deducida para la costa Oeste de los Estados Unidos, estando asociada a las fallas continentales y su expresión es:

$$a = 472x10^{(0.28M_s)}(R + 25)^{-1.3}$$

Dónde:

- a : aceleración en cm/seg²
- Ms : magnitud de las ondas superficiales
- R : distancia hipocentral en Km.

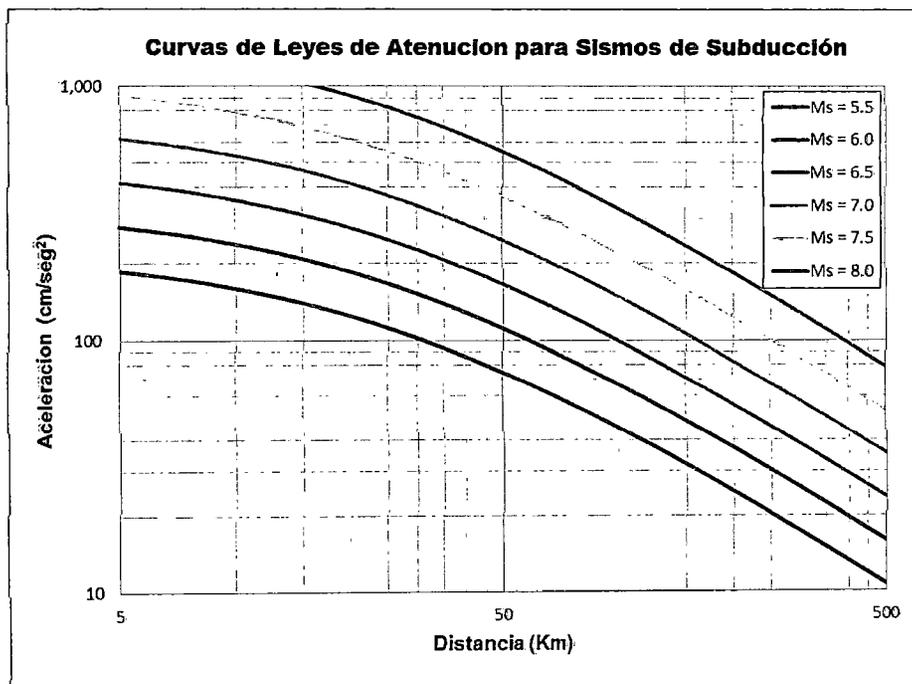


Figura 6.9.- Curvas de leyes de atenuación para sismos de subducción.

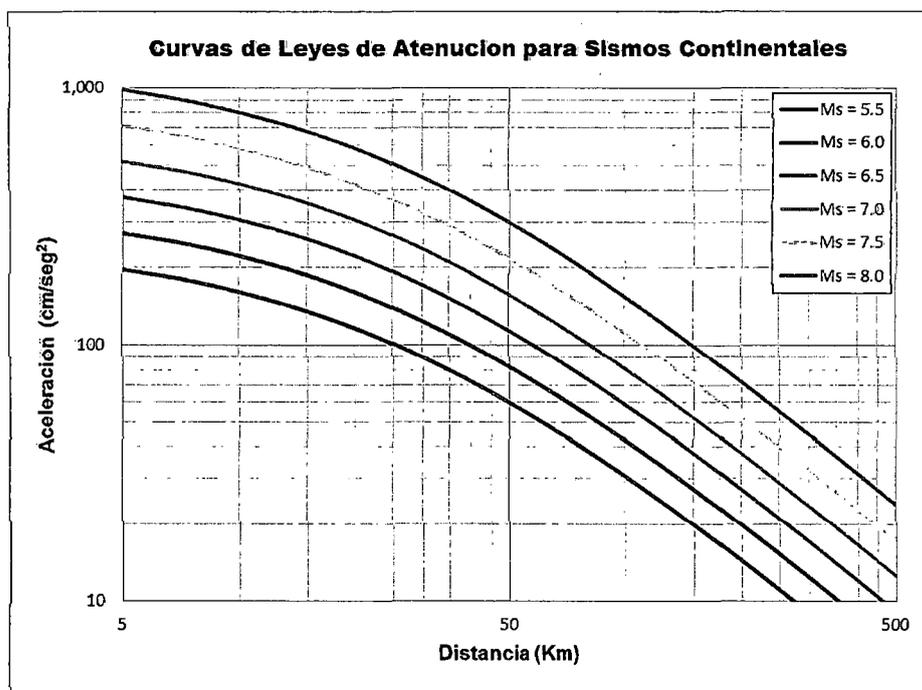


Figura 6.10.- Curvas de leyes de atenuación para sismos continentales.

6.5. EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico se define como la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico que genere una aceleración igual o mayor que un valor dado. Por otro lado, es evidente que los sismos no son independientes mirados como una serie en el tiempo. Físicamente se requiere la acumulación de gran energía para generar un evento sísmico de gran magnitud, lo cual hace poco probable que varios de estos eventos se sucedan en cortos períodos de tiempo. La ocurrencia de réplicas es otro claro ejemplo de que los sismos no son independientes entre sí. A pesar de ello en estudios de peligro sísmico se acepta que la ocurrencia de los sismos responde a una **distribución de Poisson**, lo que implica suponer lo siguiente:

- El número de ocurrencias de eventos sísmicos en un intervalo de tiempo es independiente del número que ocurre en cualquier otro intervalo de tiempo, es decir, los eventos son independientes entre sí.
- La probabilidad de ocurrencia durante un intervalo de tiempo muy corto es proporcional a la longitud del intervalo de tiempo.

- La probabilidad de que ocurra más de un evento sísmico durante un intervalo de tiempo muy corto es insignificante.

Aplicando esta teoría se puede demostrar que si la ocurrencia de un evento "A" depende de la ocurrencia de otros eventos: E_1, E_2, \dots, E_n , mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos; entonces, de acuerdo al teorema de la "probabilidad total" se tiene para la probabilidad de ocurrencia "A":

$$P(A) = \sum_i^n P\left(\frac{A}{E_i}\right) \cdot P(E_i) \quad \dots\dots (6.3)$$

Donde $P(A/E_i)$ es la probabilidad condicional que "A" ocurra, dado que E_i ocurra.

La intensidad generalizada (I) de un sismo en el lugar fijado puede considerarse dependiente del tamaño del sismo (la magnitud o intensidad epicentral) y de la distancia al lugar de interés. Si el tamaño del sismo (S) y su localización (R) son considerados como variables aleatorias continuas y definidas por sus funciones de densidad de probabilidad, $f_s(s)$ y $f_R(r)$ respectivamente; entonces el peligro sísmico definido por la probabilidad que la intensidad " I " sea igual o mayor que una intensidad dada, será: $P\{I \geq \bar{i}\}$ y está dada por:

$$P(I \geq i) = \iint P[I/(s, r)] f_s(s) f_R(r) ds dr \quad \dots (6.4)$$

Esta es la expresión que resume la teoría desarrollada por Cornell en 1968, para analizar el peligro sísmico (Castillo y Alva, 1993). La evaluación de esta integral es efectuada por los programas de cómputo RISK y CRISIS desarrollados por McGuire (1976) y Ordaz et al (1999) respectivamente en el cálculo del peligro sísmico.

Nivel de excedencia y confianza

En el presente estudio, el nivel de excedencia ($RISK_i$) y la probabilidad extrema se definen como la probabilidad que, en un tiempo determinado (tiempo de vida útil) ocurra un sismo de intensidad $\geq a$.

El nivel de excedencia se expresa como:

$$RISK_i = 1 - e^{-\frac{t}{Ry(a)}}$$

Dónde:

t : Tiempo de vida útil

$R_y(a)$: Periodo de retorno promedio en años de un sismo de intensidad $\geq a$

El nivel de confianza se expresa como:

$$\text{Nivel de confianza} = 1 - RISK_t$$

Periodo de retorno

El periodo de retorno es el tiempo promedio de la recurrencia en años de un sismo que tiene una intensidad $\geq a$. Se relaciona con la probabilidad o nivel de excedencia mediante la siguiente expresión:

$$R_y(a) = -\frac{t}{\ln(1 - RISK_t)}$$

Dónde:

$R_y(a)$: Periodo de retorno promedio en años de un sismo de intensidad $\geq a$

t : Tiempo de vida útil

$RISK_t$: Probabilidad o nivel de excedencia

Los movimientos sísmicos de diseño que el ingeniero debe seleccionar están asociados a un nivel de excedencia suficientemente pequeño durante la vida útil de la edificación. En la tabla 6.7 se muestran valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño (Grases, 1989). La selección de los movimientos sísmicos depende del tipo de obra.

Tabla 6.7.- Valores representativos de criterios empleados en la selección de movimientos sísmicos de diseño.

Tipo de obra	Vida útil (t años)	Probabilidad de Excedencia (%)	Tiempo de Retorno (años)
Instalaciones esenciales con capacidad muy limitada para resistir deformaciones inelásticas y peligro de contaminación (contenedor de reactores nucleares).	50 a 100	1	>5,000
Equipos de S/E eléctricas de alto voltaje.	50	3	1,600

Tipo de obra	Vida útil (t años)	Probabilidad de Excedencia (%)	Tiempo de Retorno (años)
Tanques de almacenamiento de combustible.	30	5	590
Edificaciones para viviendas.	50	10-20.	225/500
Construcciones temporales que no amenacen obras de importancia mayor.	15	30	40

(Fuente: Grases, 1989 – N. Quispe, 2004)

Para el caso de la norma sismorresistente E-030, el sismo de diseño se ha definido como el evento que produce una aceleración horizontal máxima tal que la probabilidad de que sea superada en un lapso de 50 años es de 10%. Empleando la anterior formulación se obtiene un periodo de retorno para este caso de 475 años. En el caso del sismo ocasional se ha definido como el evento que produce una aceleración horizontal máxima tal que la probabilidad de que sea excedida en un lapso de 50 años es de 50%.

La selección de las probabilidades de excedencia y los periodos de retorno apropiados para efectos de diseño es una labor que demanda gran criterio de quien la lleve a cabo y es evidente que existen graves implicaciones económicas en su determinación. Por lo tanto es instructivo ver como se relacionan estos parámetros en la siguiente tabla 6.8 y figura 6.11.

Tabla 6.8.- Periodo de retorno promedio para una probabilidad de excedencia

Probabilidad de excedencia RISKt (%)	Periodo de retorno promedio Ry(a) en t (vida útil en años)				
	Número de años t (vida útil)				
	10 años	30 años	50 años	75 años	100 años
1%	995	2985	4975	7462	9950
2%	495	1485	2475	3712	4950
5%	195	585	975	1462	1950
10%	95	285	475	712	949
25%	35	104	174	261	348
50%	14	43	72	108	144
85%	5	16	26	40	53
99%	2	7	11	16	22

Ecuación : $Ry(a) = -t / \ln(1-RISKt)$

(Fuente: Elaboración Propia)

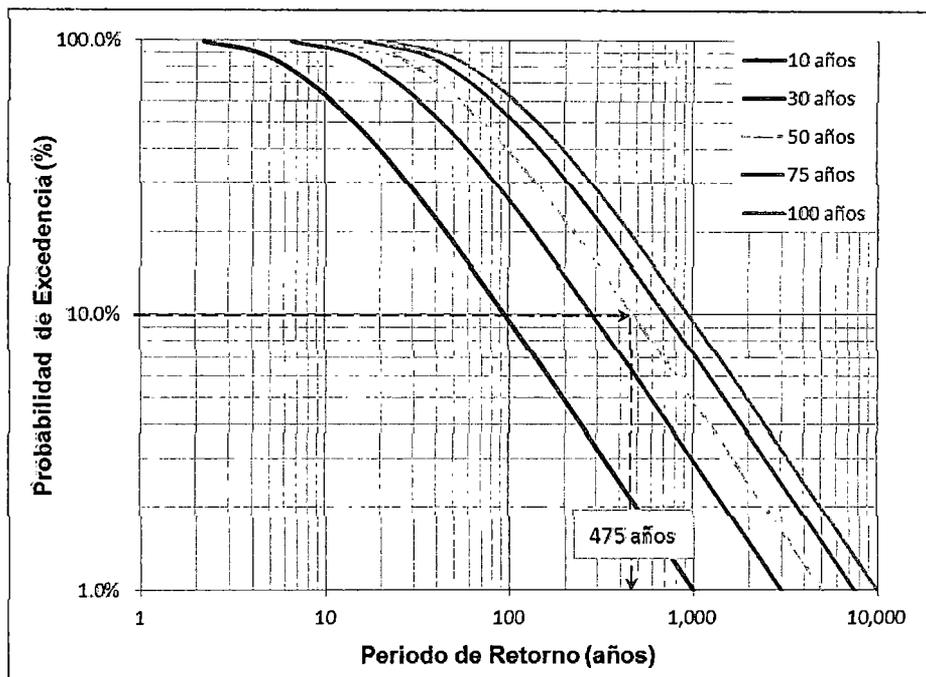


Figura 6.11.- Relación entre el periodo de retorno y la probabilidad de excedencia para diferentes periodos de diseño.

Debido a que la totalidad de edificaciones en el ámbito de estudio son viviendas comunes. En el presente estudio se considera el 50% de nivel de confianza para 30 años de vida útil (t) que corresponde en promedio a 45 años de periodo de retorno, es decir el 50% de nivel de excedencia en un periodo de t años. Así mismo se considera una vida útil (t) de 50 años con 50% y 90% de nivel de confianza que corresponden a 75 y 475 años de periodo de retorno respectivamente, es decir el 50% y 10% de nivel de excedencia en un periodo de t años.

6.6. CÁLCULO DEL PELIGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO Y MÁXIMAS ACELERACIONES ESPERADAS

Una vez determinadas la sismicidad de las fuentes y los modelos de atenuación de las ondas sísmicas generadas en cada una de éstas, el peligro sísmico se puede calcular considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas, la distancia entre cada fuente y el sitio de interés que se requiere evaluar. Se calcularon los valores de las máximas aceleraciones horizontales del suelo (PGA) mediante el programa **CRISIS 2007 v7.6** en una malla de puntos de 10 x 10 Km aproximadamente espaciados cada 0.1°.

Las curvas de peligro sísmico fueron obtenidas únicamente para la ciudad de Jauja (coordenada geográfica: longitud -11.78° y latitud -75.50°) como se muestra en la Figura 6.12 y 6.13.

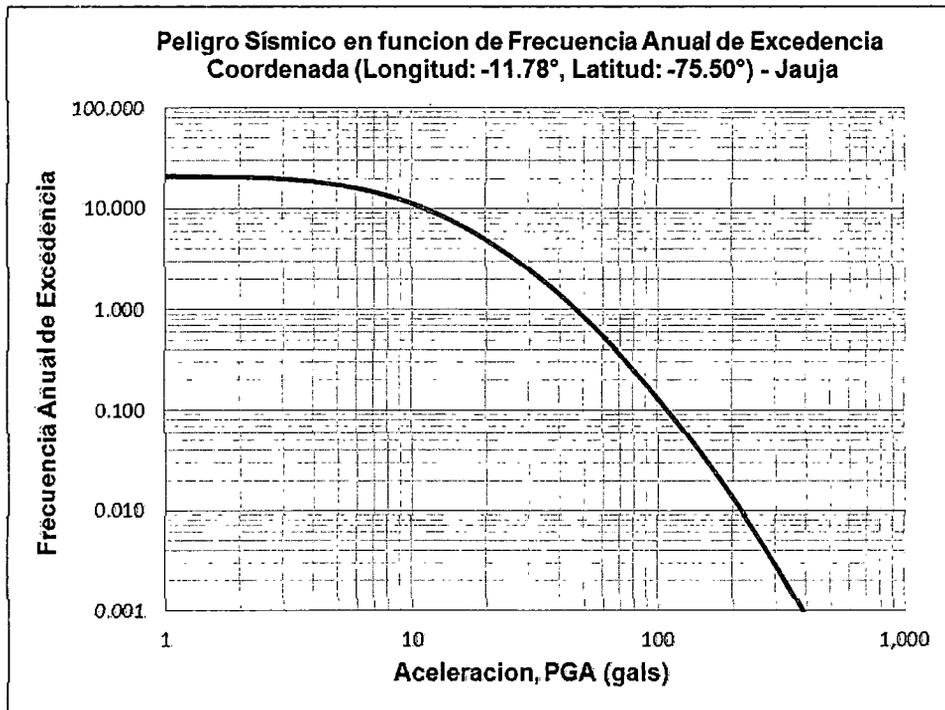


Figura 6.12.- Curva de peligro sísmico en función de la frecuencia anual de excedencia.

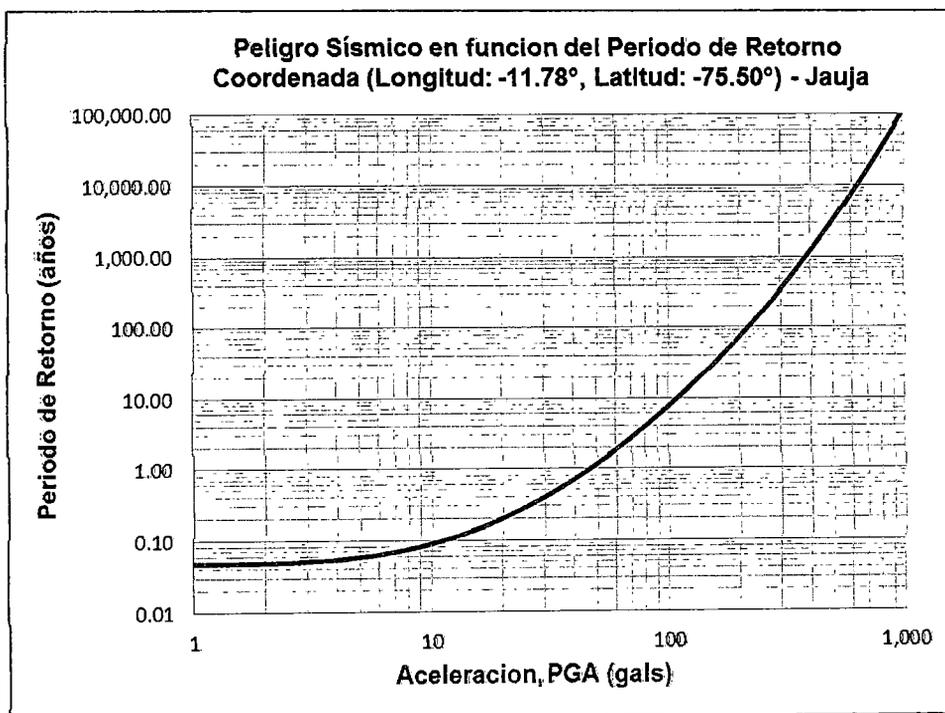


Figura 6.13.- Curva de peligro sísmico en función del periodo de retorno.

Para los cálculos de la aceleración máxima del suelo (PGA) se consideró el análisis para todo el departamento de Junín; En las Figuras 6.14, 6.15 y 6.16 se muestran los mapas de isoaceleraciones con un 50% de excedencia para 30 años de vida útil, 50% y 10% de excedencia para 50 años de vida útil; observándose que para 30 años de exposición sísmica y 50% de excedencia, el valor de aceleración máxima esperada para la ciudad de Jauja es de 0.17g, para 50 años de exposición sísmica y 50% de excedencia, el valor de aceleración máxima esperada es de 0.20g y para 50 años de exposición sísmica y 10% de excedencia la aceleración máxima esperada alcanza un valor de 0.32g.

Los valores de isoaceleraciones hallados en el presente estudio, fueron contrastados con los obtenidos por Gamarra (2009) y Castillo - Alva (1993), los cuales generaron mapas de isoaceleraciones en el Perú con un 10% de probabilidad de excedencia en un período de 50 años de vida útil (ver Anexo "J"); observándose que en la zona de Jauja, se presentan valores de aceleración de 0.30g (Alva) y 0.32g (Gamarra) para un periodo de exposición de 50 años de vida útil.

Por lo tanto el análisis del riesgo sísmico se evaluara para tres escenarios sísmicos:

- Sismo para un tiempo de exposición de 30 años con una probabilidad de excedencia del 50% (periodo de retorno de 45 años, PGA = 0.17g).
- Sismo para un tiempo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 50% (periodo de retorno de 75 años, PGA = 0.20g).
- Sismo para un tiempo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 10% (periodo de retorno de 475 años, PGA = 0.32g).

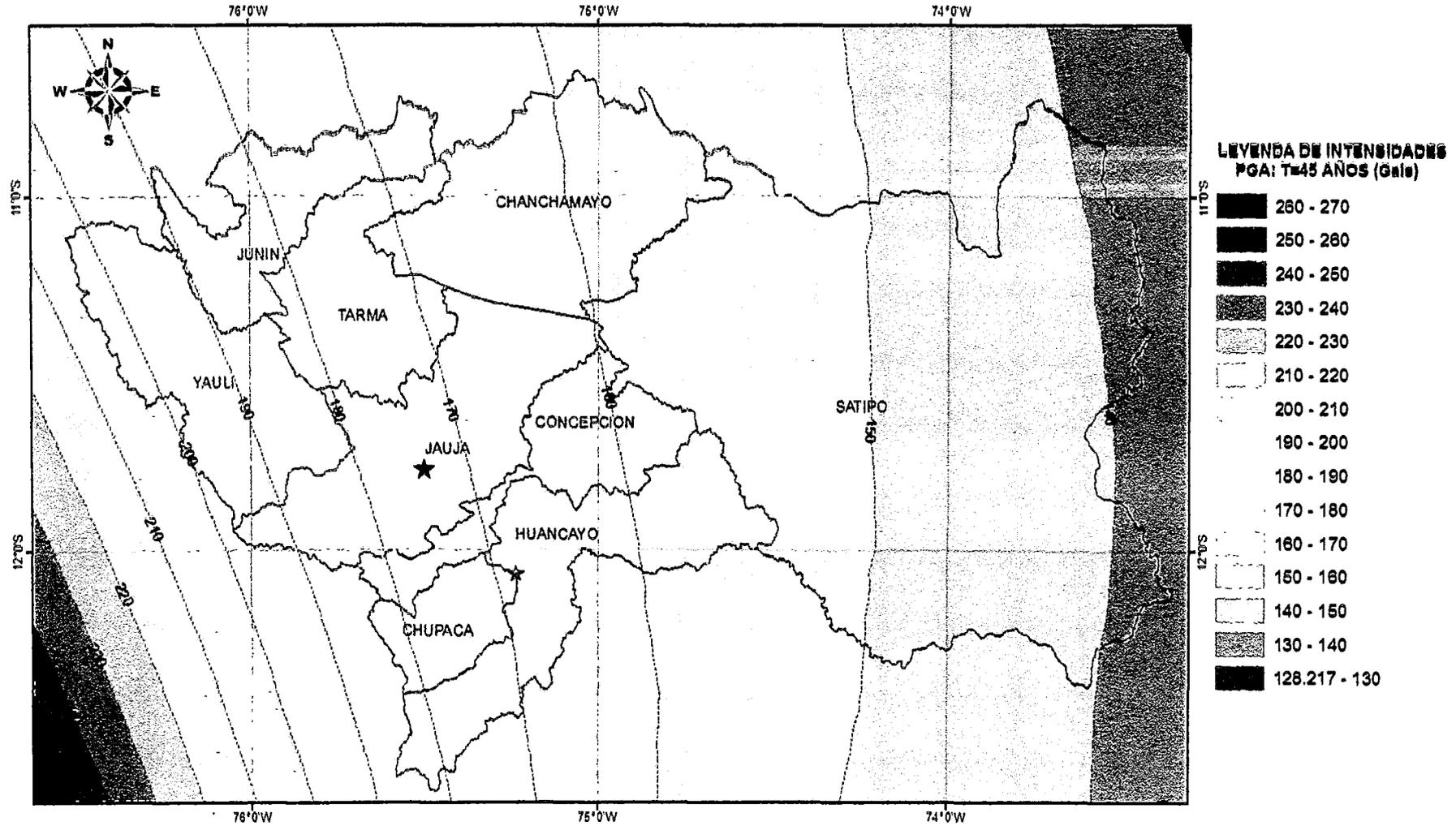


Figura 6.14.- Distribución de Isoaceleraciones en Jauja para 50% de excedencia en 30 años (T=45 años).

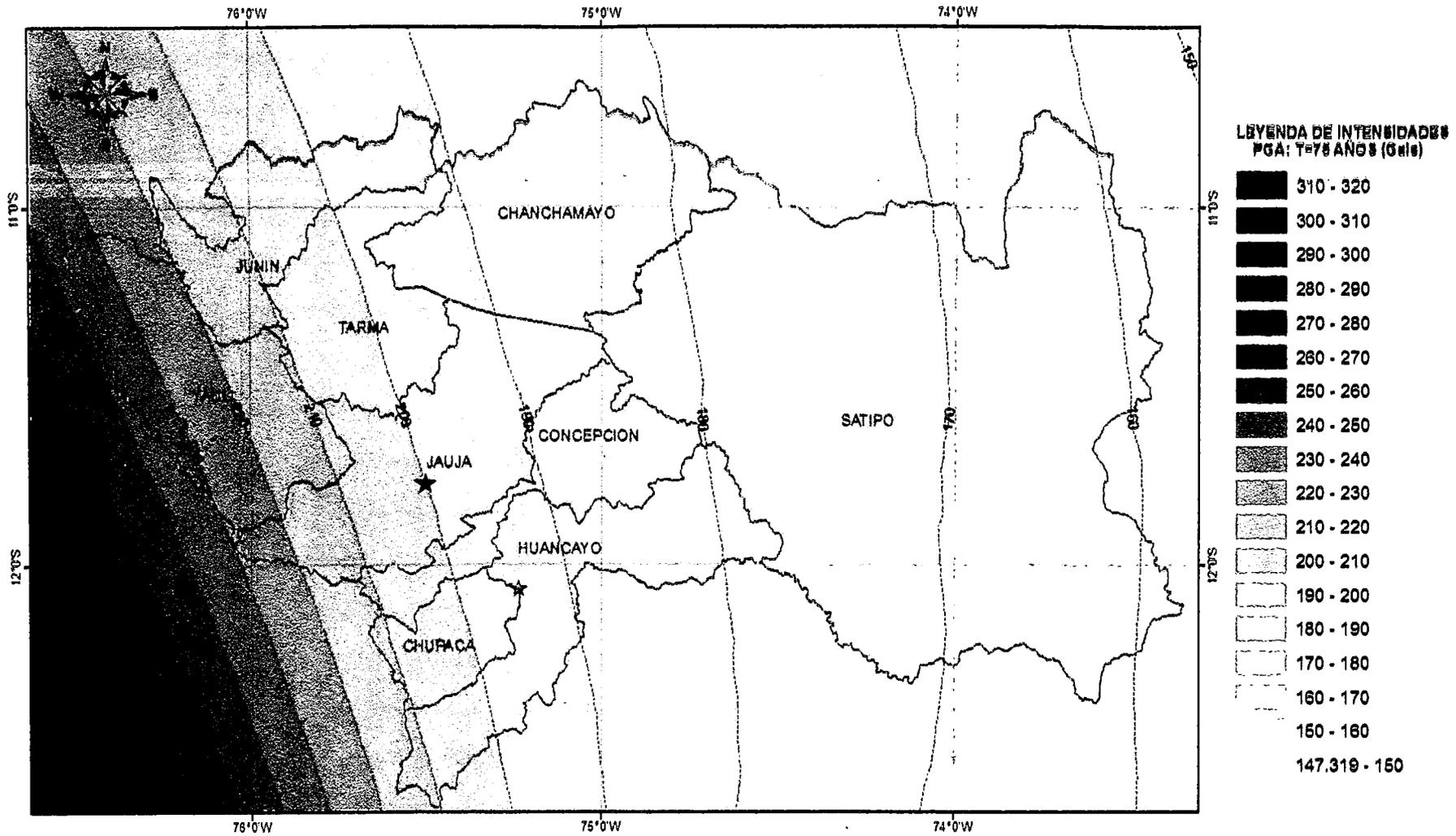


Figura 6.15.- Distribución de Isoaceleraciones en Jauja para 50% de excedencia en 50 años (T=75 años).

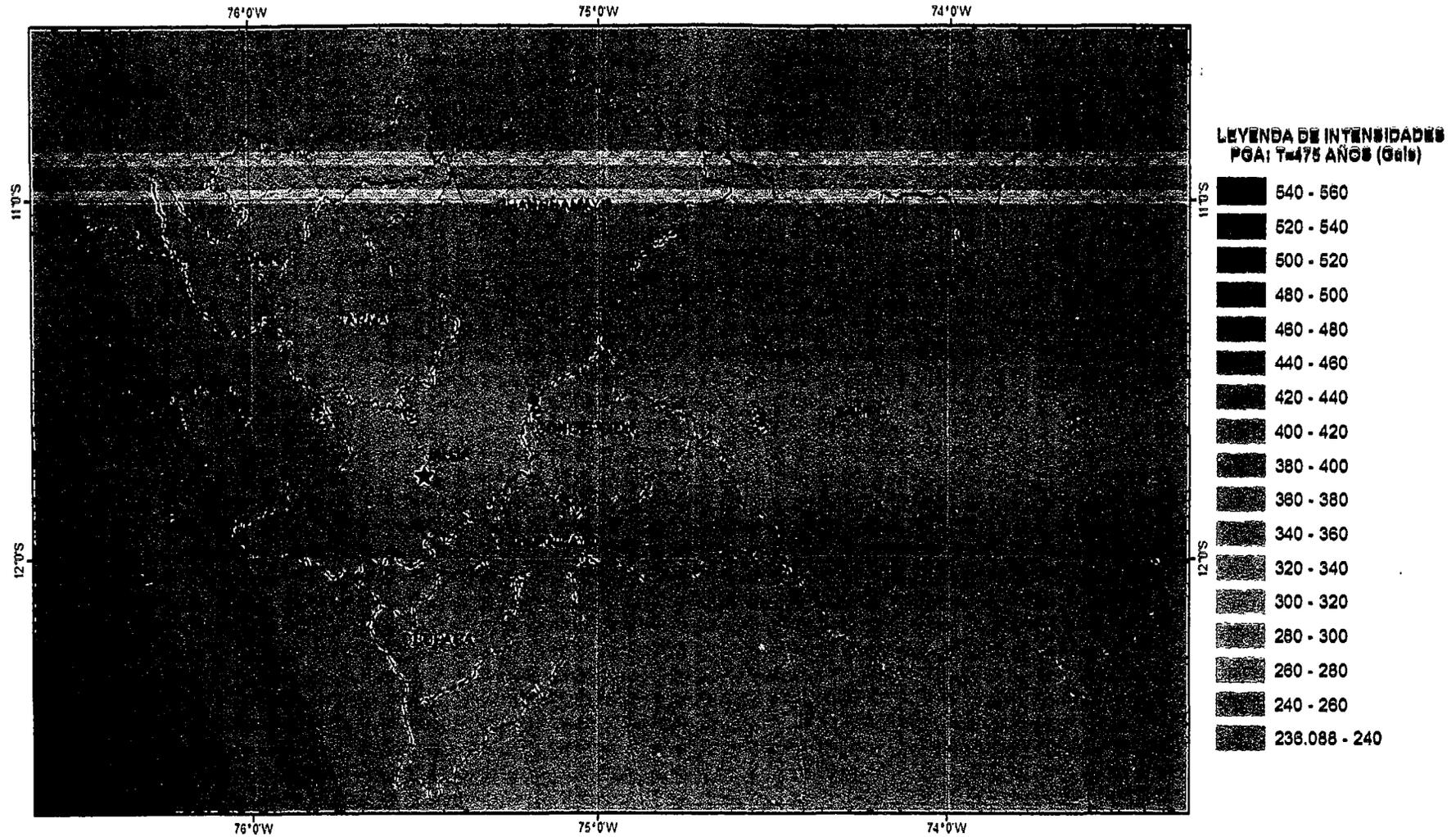


Figura 6.16.- Distribución de Isoaceleraciones en Jauja para 10% de excedencia en 50 años (T=475 años).

6.7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

La morfología del área en estudio es el resultado de los efectos degradatorios causados por los agentes de meteorización que han actuado sobre las unidades litológicas constituidas por rocas. Dentro de los agentes meteorizantes que han tenido un papel predominante en el moldeado actual del área, tenemos: las precipitaciones pluviales, la escorrentía superficial, la temperatura del medio ambiente entre otros.

Se tiene en cuenta la formación de terrazas de depósitos aluviales debido a los cauces de los ríos Mantaro y Yacus que en sus trayectos desde la antigüedad fueron cambiando de dirección comprendiendo de esta manera terrazas que fueron asentadas, la ciudad de Jauja se encuentra en terrazas de arenas limosas y limos arcillosos como se evidencia en las excavaciones realizadas anteriormente en diversos proyectos (anexo "I").

6.7.1. Geología en el Ámbito de Estudio

El estudio geológico comprende dos aspectos importantes: **Geomorfología y Lito estratigrafía**, cuyo conocimiento adecuado permite inferir el comportamiento de la tierra y las causas del movimientos de masas que ha ocurrido en la zona.

Para el estudio geológico de la Ciudad de Jauja se han utilizado como fuentes las cartas geológicas 24-l y 24-m de los cuadrángulos de Oroya y Jauja (ver anexo "J") respectivamente generadas por el Instituto Geológico Minero Metalúrgico del Perú (*INGEMMET*), completando con las observaciones y excavaciones realizadas anteriormente en diversos proyectos.

6.7.1.1. Geomorfología

La Geomorfología trata sobre la forma de la superficie de la tierra, su proceso de formación y su modificación en el transcurso del tiempo, de cuyas características dependen los fenómenos de geodinámica externa.

La conformación geomorfológica es el resultado de la erosión diferencial originada por variaciones texturales, estructurales de los materiales existentes y de la acción constante de los agentes y procesos

geodinámicas, como por ejemplo: deslizamientos, movimientos sísmicos, huaycos, lluvias extraordinarias, entre otros factores.

El escenario de la ciudad de Jauja (distritos de Jauja, Yauyos y Sausa) presenta una configuración geomórfica variada, caracterizada por la ocurrencia de formas del relieve heterogéneo, en la que destacan las siguientes unidades geomórficas:

- **Elevaciones Bajas (Colinas)**, esta unidad geomórfica está influenciada por los procesos geomórficos de movimientos epirogénicos, acción glacial y fluvial. Los materiales terrestres afectados por estos procesos son los depósitos glaciáricos y roca sedimentaria no clástica. Este tipo de unidades se puede observar en el sector Oeste de los distritos de Jauja y Yauyos.
- **Quebradas (Torrenteras)**, presenta influencia del proceso geomórfico de la acción fluvial. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos glaciáricos y roca sedimentaria no clástica. Este tipo de unidades se puede observar en el sector Oeste de los distritos de Jauja y Yauyos.
- **Cauce (Talweg)**, presenta influencia del proceso geomórfico de la acción fluvial. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos fluviales. Este tipo de unidades se puede observar en el cauce de los ríos Mantaro y Yacus.
- **Terraza Aluvial**, presenta influencia del proceso geomórfico de la acción fluvial. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos aluviales. Este tipo de unidades se puede observar en la margen izquierda del río Mantaro y márgenes del río Yacus.
- **Llanura de Inundación**, presenta influencia del proceso geomórfico de la acción fluvial. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos aluviales. Este tipo de unidades se puede observar en la margen izquierda y derecha del río Mantaro.
- **Planicie de Inclinación**, presenta influencia de los procesos geomórficos de la acción fluvial y de gravedad. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos glaciáricos y

roca sedimentaria no clástica. Este tipo de unidades se puede observar en el sector Oeste de los distritos de Jauja y Yauyos.

- **Planicie Aluvial**, presenta influencia del proceso geomórfico de la acción fluvial. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos aluviales. Este tipo de unidades se puede observar en los márgenes de los ríos Mantaro y Yacus.
- **Laderas (Vertientes de las Colinas)**, presenta influencia del proceso geomórfico de la acción de las aguas de precipitación pluvial. Los materiales terrestres afectados por este proceso son los depósitos glaciáricos y roca sedimentaria no clástica. Este tipo de unidades se puede observar en el sector Oeste de los distritos de Jauja y Yauyos.

6.7.1.2. Litoestratigrafía

La secuencia estratigráfica en el área de estudio está definida por un conjunto de formaciones geológicas de gran importancia como son: las **Formaciones de Chambara, Condorsinga y Aramachayá** (Grupo Pucará) que se encuentran en la era Mesozoica pertenecientes al sistema Triásico y Jurásico superior e Inferior, caracterizado por bancos gruesos de arenas limosas y limos arcillosos que en partes es silicificada y seguido por caliza negra, bituminosa, bien estratificada en capas delgadas de un espesor máximo de 500 m; adicionalmente tenemos la **Formación Jauja** pertenecientes a la era Cenozoica Cuaternaria Pleistocénica, compuesto en esencia de arcillas marrones a rojizas seguidas de conglomerados con matriz de arcilla rojiza; Por último tenemos los **Depósitos Fluvio Glaciáricos** perteneciente a la era Cenozoica Cuaternaria Reciente, conformando la planicie inclinada donde se ubica los distritos de Jauja y Yauyos, y donde se ha desarrollado las principales quebradas que descienden de la parte occidental de la zona en estudio. Consiste en clastos algo angulosos y alterados unidos por una matriz arcillosa, lo cual adquiere una consistencia del depósito. Asimismo, estos depósitos están expuestos a los problemas de erosión de suelo logrando modificar el relieve y degradando lentamente el suelo.

6.7.2. Características Geotécnicas

Se ha desarrollado una zonificación geotécnica para la ciudad de Jauja, en base a los resultados de la investigación de campo y laboratorio realizado por diversos propietarios residentes en la ciudad de Jauja para la construcción de sus viviendas, así como también en base a la información recopilada y generada por el Ing. Jaime Artega (1996) como trabajo previo a la elaboración de su tesis de grado. En dichos estudios se realizaron sondeos de exploración de suelos mediante la excavación de calicatas a cielo abierto.

De la inspección de las excavaciones se puede determinar de forma preliminar que el suelo en toda su extensión presenta características aproximadamente homogéneas, pues toda el área de esta zona del valle corresponde a un suelo formado de sedimentos inconsolidados del Cuaternario con una topografía casi plana (0% - 5% de pendiente) y compuesta de finos como arcilla, limo, arena y con menores proporciones de gravas (20% a 60%) hasta los 3.00 m de profundidad a partir del cual el perfil esta predominantemente conformado de material grueso (gravas gruesas y finas).

Del estudio geológico se sabe que estos estratos son originados a partir de sedimentos de acumulación aluvial, coluvio aluvial y lacustrino producto de fases glaciares del Pleistoceno y cuyo cuadro evolutivo se completó con la acción fluvial y pluvial durante el Cuaternario hasta el presente, conformándose las terrazas y planicies de relieve presentes en la ciudad de Jauja. Estos depósitos se reconocen por sus superficies planas rodeadas de terrenos altos.

A continuación se describen las características de los tipos de suelos que predominan en la ciudad de Jauja.

Suelo Tipo I: Conformado por gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla en estado semi compacto con humedad media de color marrón claro; Ocupan superficies con pendiente ligeramente inclinada. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "GC", con regular capacidad admisible de 1.20 Kg/cm².

Suelo Tipo II: Conformado por suelo aluvial lacustrino de material fino (arcilla, limo y arena) compuesto de limos de baja plasticidad semi compacto (ML) y arcillas plásticas (CL); También se encontró limos arcillosos y arcillas limosas con grava ocasional hasta los 2.00 m. Presentan topografía de relieve plano. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "CL - ML", con regular capacidad admisible de 1.00 a 1.20 Kg/cm².

Suelo Tipo III: Conformado por suelo aluvial lacustrino de material fino compuesto de arcillas, limos de alta plasticidad, arenas y gravas (20% - 30%); Localmente está cubierta por caliche de naturaleza calcárea. Con topografía de relieve plano. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "CH", con regular capacidad admisible de 1.00 Kg/cm².

Suelo Tipo IV: Compuesta de arenas limosas, arcillosas o limo arcillosas, limos inorgánicos de poca plasticidad, semi compacta con humedad óptima; ocupan superficies con pendiente suave. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "ML", con capacidad admisible de 1.04 Kg/cm².

Suelo Tipo V: Conformado por arcillas inorgánicas, de plasticidad media a alta, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcilla pobres de color marrón oscuro en estado semi compacto con humedad óptima; ocupan superficies con pendiente suave a media (0% - 10%). Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "CL", con capacidad admisible de 1.00 Kg/cm².

Suelo Tipo VI: Conformado por suelos arenos limosos y arcillosos de mediana plasticidad (LP<20 - LL=21), este materia se usa para la fabricación de adobes, tejas y ladrillos; Ocupan superficies de topografía de relieve plano. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "SM".

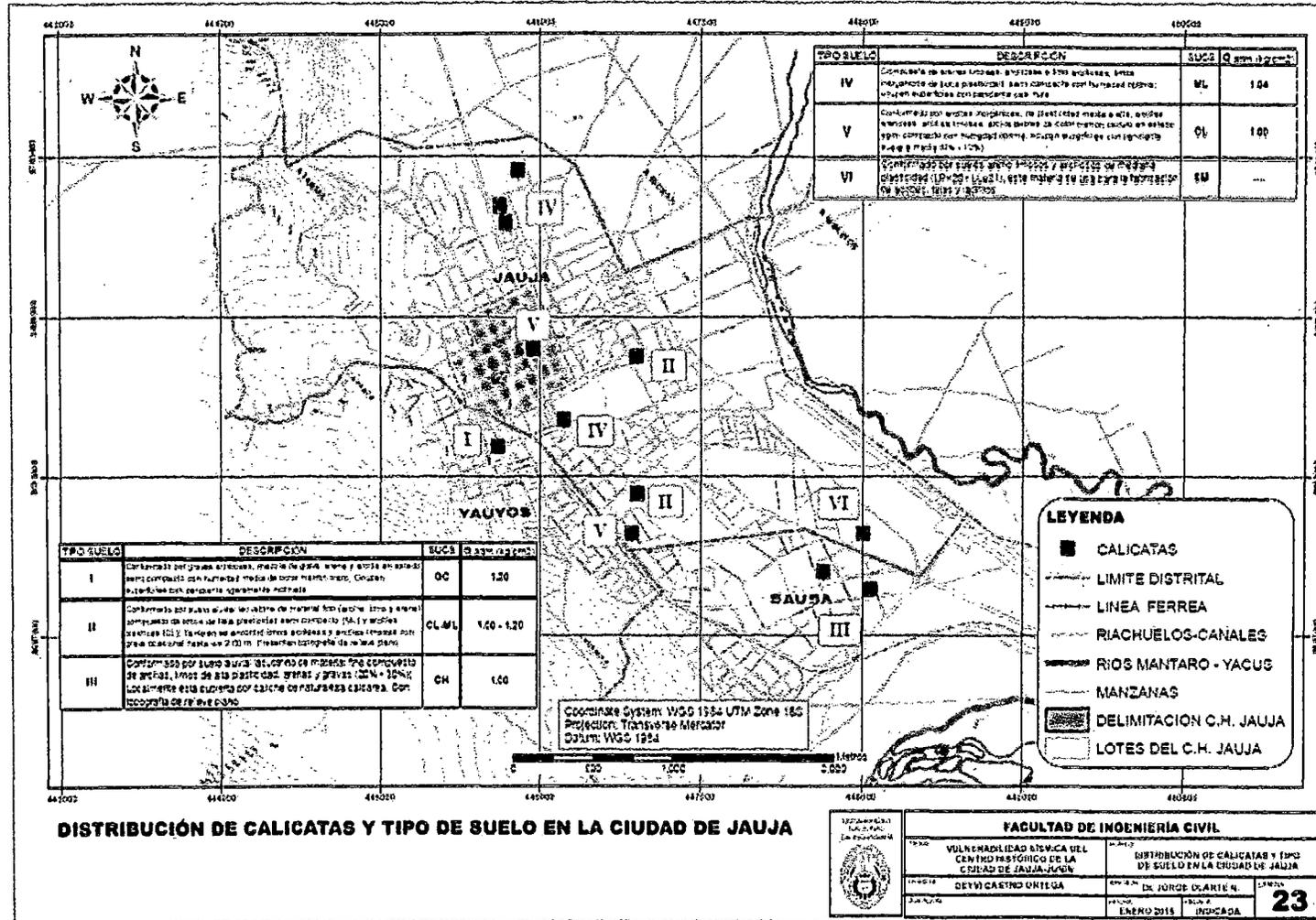


Figura 6.17- Distribución de calicatas y tipo de suelo en la ciudad de Jauja (ver anexo "H" - Lamina 23).

6.8. COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL SUELO

Para evaluar el comportamiento dinámico del suelo en el centro histórico de la ciudad de Jauja se realizaron mediciones de microtrepidaciones distribuidos de manera homogénea sobre toda la zona de estudio (Figura 6.18).

Los aspectos más resaltantes de esta etapa son:

- Los puntos de toma de datos fueron seleccionados de acuerdo al mapa catastral de la zona de estudio, llegando a considerarse un total de 41 puntos que permitieron muestrear toda el área de intervención.
- Durante los días 7 y 8 de diciembre del 2014, se realizó la toma de datos en los 41 puntos tratando de evitar en todo momento el registro de paso de peatones o de vehículos próximos al equipo de vibración ambiental, habiendo procedido en muchas oportunidades a realizar más de un medida. En cada punto se consideró la hora del registro, su ubicación y referencias.
- El equipo utilizado para las mediciones de microtrepidaciones es el Micromate fabricado por la compañía Instantel. Las mediciones de microtrepidaciones son realizadas sobre la superficie del terreno o a diferentes profundidades dentro de una perforación, utilizando el sensor (geófono). Para realizar la medición se instala el sensor triaxial en la superficie del terreno y luego de conectar e instalar todo el equipo se procede a registrar las microtrepidaciones por un lapso de tiempo lo suficientemente largo para garantizar que se registren tramos de ondas sin interferencias directas (paso de vehículos o personas en las zonas próximas al sensor).

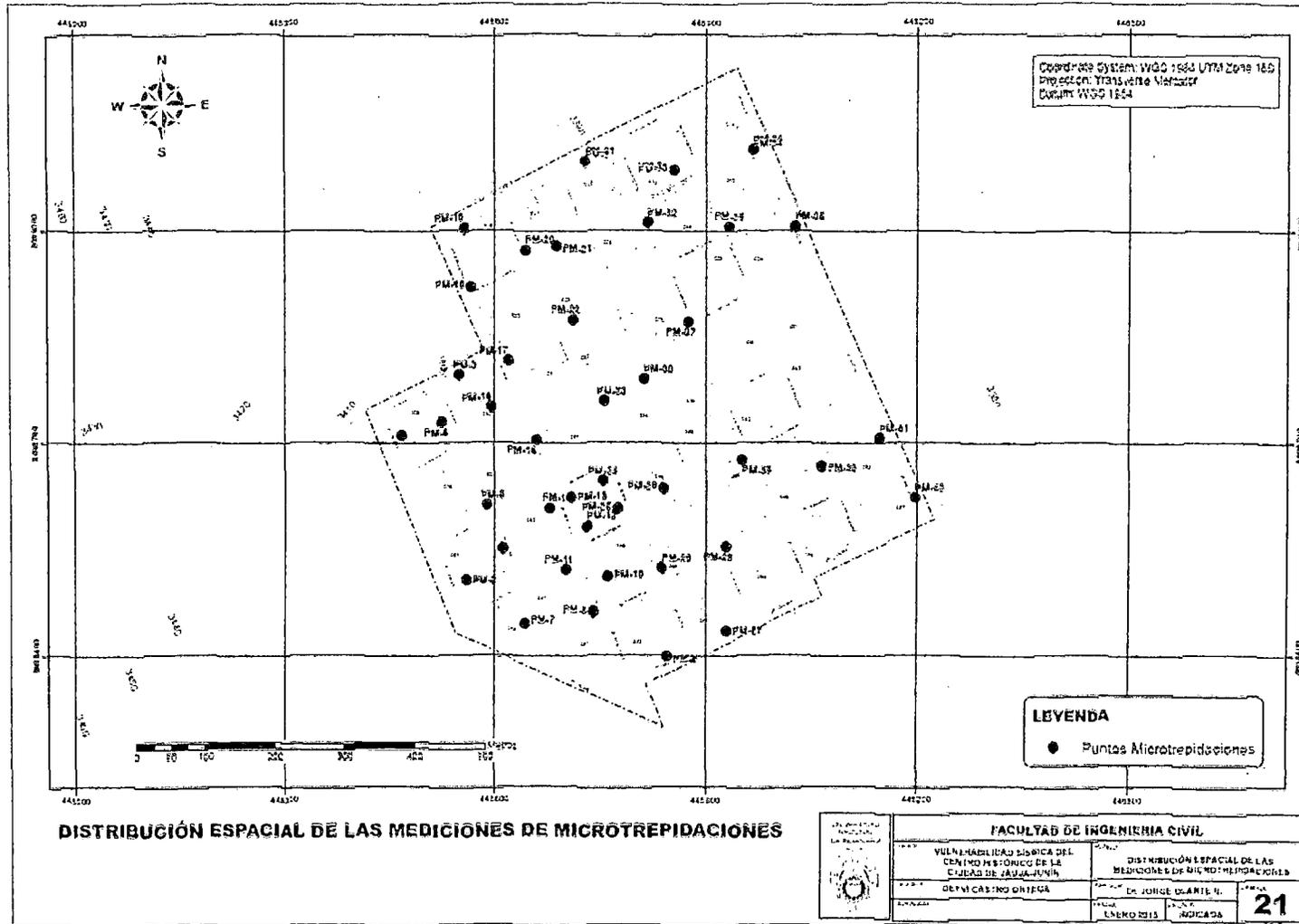


Figura 6.18.- Distribución espacial de las mediciones de microtrepidaciones (ver anexo "H" – Lámina 21).

6.8.1. Fundamento Teórico de Microtrepidaciones.

Las microtrepidaciones, denominadas también microtremores, ruido ambiental, oscilaciones omnipresentes o ruido de fondo, las cuales son inducidas en el suelo y roca por fuentes naturales tales como las olas del mar, el viento, la presión atmosférica y fuentes artificiales como el tráfico, el caminar de las personas, las maquinas industriales entre otras.

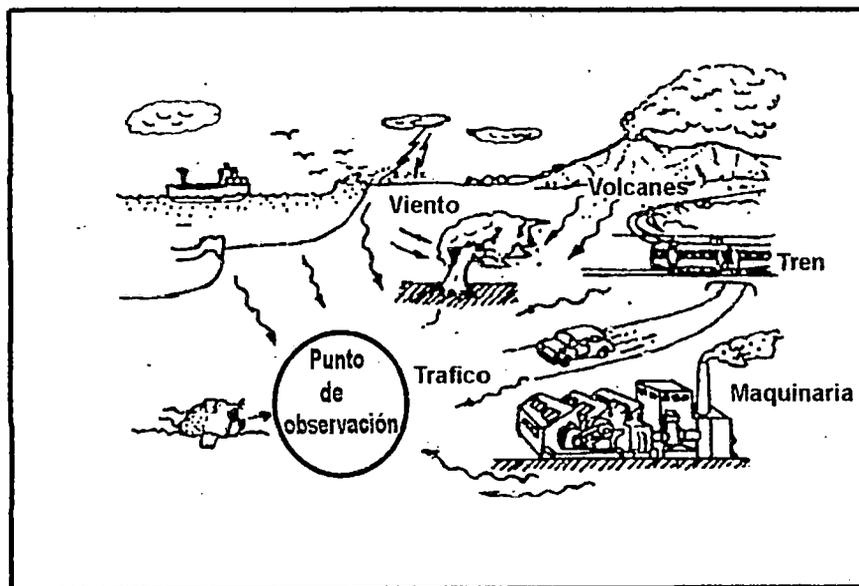


Figura 6.19.- Fuentes generadoras de Microtremores: fuentes naturales y artificiales.

Normalmente el suelo siempre se encuentra vibrando con amplitudes del orden de unas micras o micrones (10^{-6} m). Estas vibraciones se han clasificado en dos tipos: las que tienen componentes de período en un valor menor de 1 seg, llamadas microtrepidaciones y aquellas que contienen grandes períodos, a las cuales se les llama microsismos. Estas *microtrepidaciones congregan vibraciones que vienen propagándose en todas direcciones*, vibraciones que son producidas por causas naturales o por medios antrópicos. Usualmente las amplitudes de tales vibraciones están en el orden de 0.05 a 10 micrones, los períodos son de 0.05 a 1 seg, y las aceleraciones son de 10^{-2} a 10^{-1} gals.

Las microtrepidaciones captan vibraciones de ondas internas y superficiales. Para captar dichas vibraciones se necesita lo que se conoce como "Sistema de Adquisición de Datos" (S.A.D.), el cual es un equipo electrónico cuya función es el registro de una o varias variables de un proceso cualquiera,

que generalmente está compuesto por los siguientes elementos principalmente:

- Sensores.
- Conversor analógico digital.
- Microprocesadores.

Los **sensores** tienen la función de convertir la señal física que se desea registrar, en una señal eléctrica. La señal física se define en tres cantidades básicas:

- Contenido frecuencial.
- Forma.
- Amplitud.

Dicho sensor puede ser de posición, de velocidad, de aceleración, etc. En este caso para la ciudad de Jauja se ha utilizado un sensor de velocidad, por lo tanto los registros del microtremor serán velocidad vs tiempo. Es importante mencionar que la señal física de velocidad captada por el geófono, se convierte en señal eléctrica con la misma forma y contenido frecuencial. Lo único que varía es la amplitud, debido a la sensibilidad del equipo.

El **conversor analógico digital** convierte la señal eléctrica continua en un código digital equivalente, representado por unos (1) y ceros (0). Este código depende de la capacidad de resolución del equipo, representada por "bits". Esto quiere decir que a mayor cantidad de bits, más precisa será la interpretación de la señal eléctrica en el conversor analógico digital.

Los **microprocesadores** son los que se encargan del almacenamiento, procesamiento de los datos y reconstrucción de la señal. Son dispositivos que se encargan de todas las funciones de procesamiento de la señal. Estos son de gran importancia porque son como el corazón del sistema de adquisición de datos. Estos microprocesadores mandan el registro al Blastware Software, V.10.72; que es el programa que viene con el equipo Micromate. En dicho programa se reconstruye la señal física, obteniéndose el registro velocidad vs tiempo. Dicho registro consta de cuatro componentes, cada una de ellas representa a un canal, por ello el equipo en

total tiene 4 canales, tres canales del geófono y un canal del micrófono. Las componentes del registro son: una longitudinal, una vertical, una transversal, todos estos canales del geófono; y una componente adicional del micrófono, que representa el cuarto canal.

Según el Dr. Kiyoshi Kanai (considerado el padre de las microtrepidaciones) [29], lo que ha logrado llamar la atención hacia estas diminutas vibraciones ha sido la existencia de una íntima relación entre éstas y las características del suelo, tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

Con el progreso de las computadoras se ha logrado realizar el cálculo a través de diversos espectros, siendo los comúnmente usados los espectros de Fourier y los espectros de potencia; la longitud del registro que se utiliza en el análisis queda fijada en relación con la regularidad de las vibraciones.

El período predominante del suelo determinado por medición de microtrepidaciones tiene una gran correlación con los efectos de sitio, aun cuando la respuesta dinámica del terreno durante movimientos severos no es exactamente predicha por el análisis de las microtrepidaciones. Esta técnica de medición de microtrepidaciones ha sido utilizada en el presente trabajo para determinar el periodo predominante del terreno de fundación del centro histórico de la ciudad de Jauja.

6.8.2. Medición de Microtrepidaciones

El equipo que se ha utilizado para realizar las mediciones de las microtrepidaciones es el diseñado por la empresa Instantel. El sistema de adquisición de datos es llamado Instantel Micromate, tal como se puede observar en la figura 6.20, y consta de un geófono triaxial estándar y un micrófono de sobrepresión, es decir consta de cuatro (4) canales independientes.

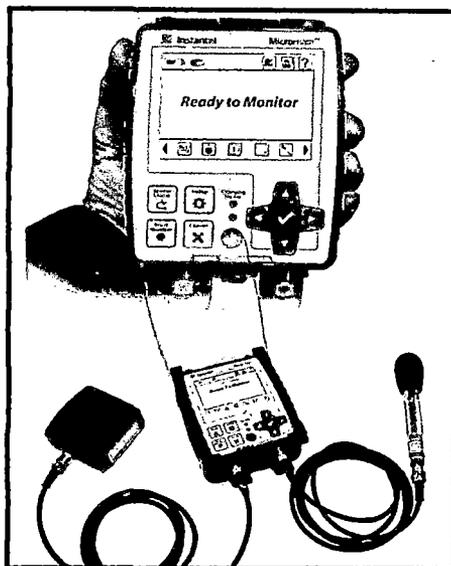


Figura 6.20.- Equipo Micromate utilizado para el ensayo de microtrepidaciones. Se puede observar el geófono triaxial y el micrófono de sobrepresión.

El sistema permite visualizar y registrar las vibraciones ambientales a diferentes frecuencias de muestreo. Una vez que las ondas han sido grabadas en el microprocesador del equipo, éstas pueden ser procesadas inmediatamente mediante el software Blastware que es instalado en un computador portátil, el cual se conecta con el monitor del Micromate para mostrar el registro de la señal, así como la "Transformada Rápida de Fourier". De igual manera se puede copiar los datos del registro de las señales en formato ASCII para ser pasadas del Blastware al software Degtra; en éste programa también se puede realizar el análisis de la señal.

Procedimiento del ensayo.

Las mediciones de microtrepidaciones son realizadas sobre la superficie del terreno o a diferentes profundidades dentro de una perforación, utilizando el sensor (geófono). Estas mediciones registran las variaciones de velocidad de las microtrepidaciones, las que luego son almacenadas en forma digital, para su posterior análisis en gabinete. Para realizar la medición se instala el sensor triaxial en la superficie del terreno y luego de conectar e instalar todo el equipo se procede a registrar las microtrepidaciones por un lapso de tiempo lo suficientemente largo para garantizar que se registren tramos de ondas sin interferencias directas por el paso de vehículos o personas en las zonas próximas al sensor.

6.8.3. Metodología elegida para la estimación de las características dinámicas del suelo

Existen metodologías para la estimación del efecto local utilizando registros de microtrepidaciones. Algunos autores han estimado la respuesta de sitio a partir del análisis espectral de microtrepidaciones, ya sea por medio del espectro de amplitud de Fourier o bien con la densidad espectral de potencia. Lermo (1992), se refiere a éste método como uno de los más utilizados, sin embargo, menciona que es frecuente que los espectros no muestren un solo máximo, lo que dificulta su interpretación. Tal vez la diferencia más importante de este método es que en ningún momento se considera la separación de los términos de fuente. Dentro de las metodologías que se utilizan para la estimación del efecto de sitio con registros de microtrepidaciones, tenemos: el método de cocientes espectrales y el método de Nakamura, empleando éste último en el presente trabajo.

Nakamura (1989) propuso un método para estimar lo que en su trabajo llamó las **características dinámicas del suelo** a partir de registros de microtremors, convirtiéndose desde entonces en uno de los métodos más utilizados a nivel mundial. Una de las razones por las cuales el método de Nakamura es tan popular, es que sólo requiere registros de microtremors en *una sola estación ubicada en un sitio de interés*.

Nakamura (1989) acepta la existencia de ondas superficiales (Rayleigh) en los registros de microtremors, en particular en la componente vertical que refleja el efecto de las fuentes artificiales locales (tráfico); pero, la finalidad de su método es eliminar el efecto de las ondas Rayleigh ya que considera que son simplemente ruido, y así obtener un "resultado directamente relacionado con la función de transferencia para ondas S" (Bard, 1998). Nakamura asume que el componente horizontal del tremor está amplificado por multirreflecciones de ondas "S", y que el componente vertical está afectado por ondas Rayleigh. Lermo y Chávez - García (1994) afirman que Nakamura asume que los microtremors se deben a fuentes muy locales, eliminando así cualquier contribución de fuentes profundas.

Seguendo la metodología utilizada por Nakamura, la función que estima el periodo de las capas superficiales del suelo se puede definir como el cociente:

$$S_T = \frac{S_{HS}}{S_{HB}}$$

Dónde:

S_{HS} : es el componente horizontal del tremor en la superficie.

S_{HB} : es el componente horizontal del tremor en el sub-estrato.

Se asume que el componente vertical del tremor refleja el efecto de las fuentes locales, que no es amplificado por las capas superficiales, y que el efecto de las ondas Rayleigh (E_s) puede ser estimado por el cociente:

$$E_s = \frac{S_{VS}}{S_{VB}}$$

Dónde:

S_{VS} : es el componente vertical del tremor en la superficie.

S_{VB} : es el componente vertical del tremor en el sub-estrato.

Si $E_s = 1$, no existe contribución de ondas Rayleigh; y si $E_s > 1$, el efecto de las ondas Rayleigh también es mayor.

Por lo que una función de periodo sin efecto de las ondas Rayleigh, estaría dada por el cociente:

$$S_{TT} = \frac{\frac{S_{HS}}{S_{VS}}}{\frac{S_{HB}}{S_{VB}}} = \frac{R_S}{R_B}$$

Nakamura calcula el cociente R_B en dos estaciones que cuentan con datos de pozos, y afirma que $E_s \cong 1$, por lo que define la función $S_{TT} \cong R_S$. Esto significa que la función para ondas "S" puede ser estimada tomando en cuenta solamente los registros en superficie. Este autor también afirma que la máxima amplificación del terreno puede calcularse a partir del valor máximo del cociente espectral entre los componentes horizontal y vertical en la superficie.

6.8.4. Evaluación e interpretación de las mediciones.

Usualmente la interpretación de los registros de microtrepidaciones, se realiza a través del análisis de **amplitudes espectrales**. Este procedimiento consiste en convertir la señal analógica a una señal digital discreta, para luego aplicarle la "Transformada Rápida de Fourier" (TRF) y obtener el período predominante del suelo, el cual representa la mayor amplitud espectral.

La "TRF" es un algoritmo que convierte o transforma una señal del dominio de tiempo al dominio de frecuencias. El rango de frecuencias de la "TRF" es amplio. Para el caso de las microtrepidaciones, dicho **rango de frecuencias debe de variar entre 1.0 a 10 Hz**; es dentro de éste rango en donde se estima el período predominante de los suelos.

Por otra parte, para eliminar el efecto de la fuente de generación de las vibraciones, Nakamura (1989) propone evaluar la relación H/V, siendo "H" el promedio de las componentes horizontales y "V" el componente vertical, la cual representa mejor el comportamiento dinámico del perfil del terreno.

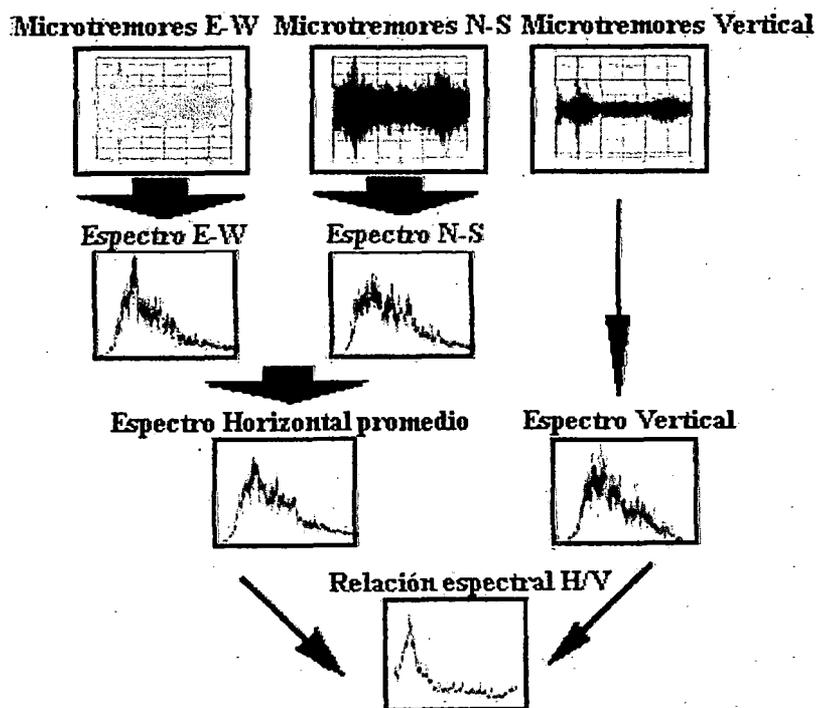


Figura 6.21.- Procedimiento para obtener la relación espectral H/V.

Asimismo, la señal se puede copiar y pasar en formato ASCII del programa Blastware hacia el Degtra. En este último se hace la corrección por línea base, se aplica un diezmadado y un filtrado para obtener los espectros de Fourier (ver Figura 6.22). Finalmente se obtienen las relaciones espectrales definidas por Nakamura, las cuales estiman el período predominante del suelo. En la Figura 6.23 se presentan ejemplos de relaciones espectrales obtenidas para diferentes puntos de medición denominados: PM-04, PM-17 y PM-24.

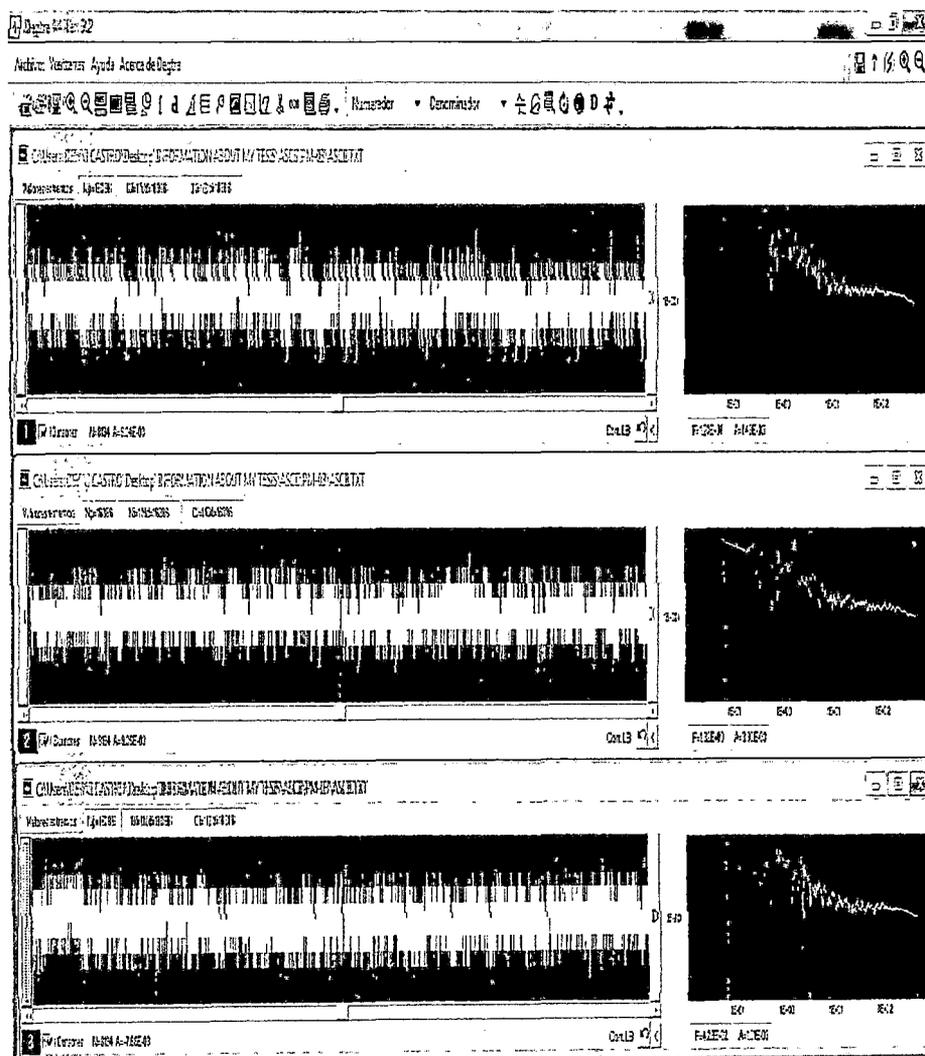


Figura 6.22.- Análisis de la señal en el programa Degtra.

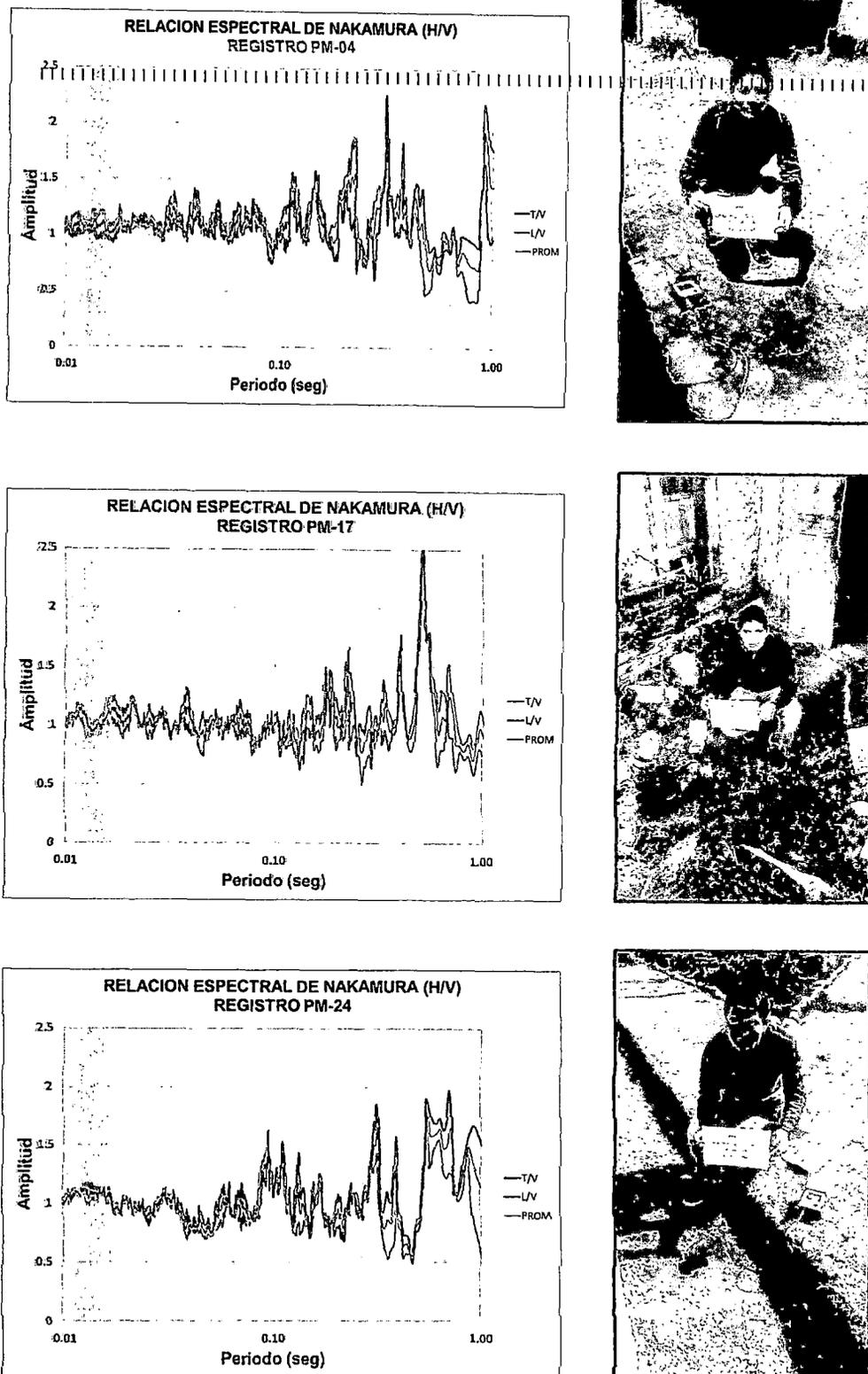


Figura 6.23.- Ejemplo de gráficas de razones espectrales obtenidas en diferentes puntos del Centro Histórico de Jaucha. Los puntos mostrados son los registros PM-04, PM-17 y PM-24.

6.8.5. Microzonificación sísmica por períodos.

La tendencia general de los estudios de microtrepidaciones es la de elaborar planos con curvas de isoperíodos. Estas curvas son trazadas interpolando los puntos con valores conocidos de períodos predominantes. Debido a que el área analizada es relativamente pequeña, se estableció un mapa de **zonificación por períodos** (ver anexo "H") en vez de un mapa de curvas de isoperíodos.

Para caracterizar el comportamiento dinámico del suelo del Centro Histórico de la ciudad de Jauja se han obtenido registros de vibración ambiental en 41 puntos de observación, llegando abarcar toda el área de estudio. El análisis e interpretación de la información recolectada permite determinar el periodo dominante de vibración natural del suelo y, en algunos casos, el factor de amplificación sísmica relativa, parámetros que definen el comportamiento dinámico del suelo durante un evento sísmico.

Zona "A".- Esta zona se ubica en el lado Oeste del Centro Histórico y está conformada por material fino arcillas, limos y arenas, compuesto de limos de baja plasticidad semi compacto y arcillas plásticas con presencia de gravas. Ocupan superficies con pendiente media; La capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales típicas a la profundidad de cimentación de 1.2 m. sobre terreno natural, es de 1.20 kg/cm². Los periodos predominantes varían de 0.25 seg hasta 0.50 seg.

Zona "B".- Esta zona se ubica en el lado Este del Centro Histórico y está compuesta de arcillas inorgánicas, de plasticidad media a alta, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcilla pobres de color marrón oscuro en estado semi compacto con humedad óptima; ocupan superficies con pendiente suave. La capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales típicas a la profundidad de cimentación de 1.2 - 1.5 m sobre terreno natural, es de 1.00 kg/cm². Los periodos predominantes varían de 0.50 seg hasta 0.75 seg.

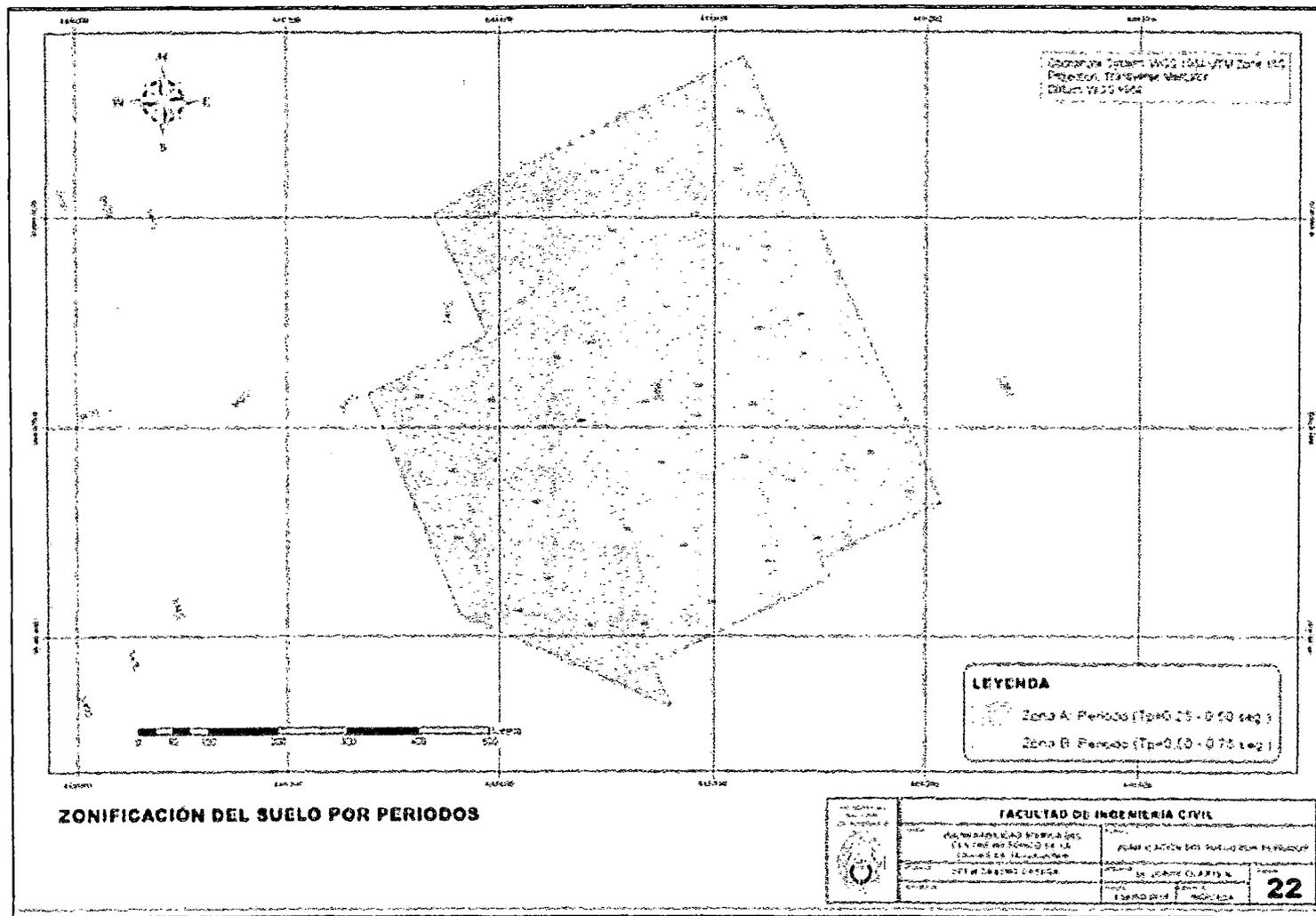


Figura 6.24.- Zonificación del suelo por periodos en el centro histórico de la ciudad de Jauja (ver anexo "H" – Lámina 22).

6.9. ZONIFICACIÓN SÍSMICA - GEOTÉCNICA

Esta zonificación considera el análisis e interpretación de la información sísmica (vibración ambiental) y geotécnica analizados anteriormente; Esta zonificación presenta áreas que infieren un nivel de peligro sísmico tal que su efecto resultante sobre las edificaciones es similar, por lo tanto no necesariamente las áreas representadas en una misma zona van a tener un mismo comportamiento en todos los aspectos considerados. En el anexo "H" se muestra el mapa de zonificación sísmica - geotécnica, donde se aprecian dos zonas, las cuales son las mismas que las áreas correspondientes a la zonificación por períodos, debido a que el centro histórico de Jauja se encuentra ubicado en una zona homogénea geotécnicamente; y por lo tanto si la zona íntegramente es homogénea, tanto geológica como geotécnicamente, será el plano de zonificación por períodos el que determine los detalles del mapa de zonificación sísmica – geotécnica.

Se ha dividido el área analizada en dos zonas: I y II, según los períodos obtenidos. Por lo tanto, la zonificación propuesta es similar al de zonificación por períodos obtenidos y es la siguiente:

Zona "I".- En esta zona los períodos predominantes obtenidos varían desde 0.25 hasta 0.50 seg. Debido a las características del suelo observado en el área, para el diseño sismorresistente se consideró los parámetros sísmicos correspondientes a un suelo tipo S_2 del RNE.

Zona "II".- En esta zona los períodos predominantes varían de 0.50 hasta 0.75 seg. Para el diseño sismorresistente en esta área se consideró los parámetros correspondientes al suelo tipo S_3 del RNE.

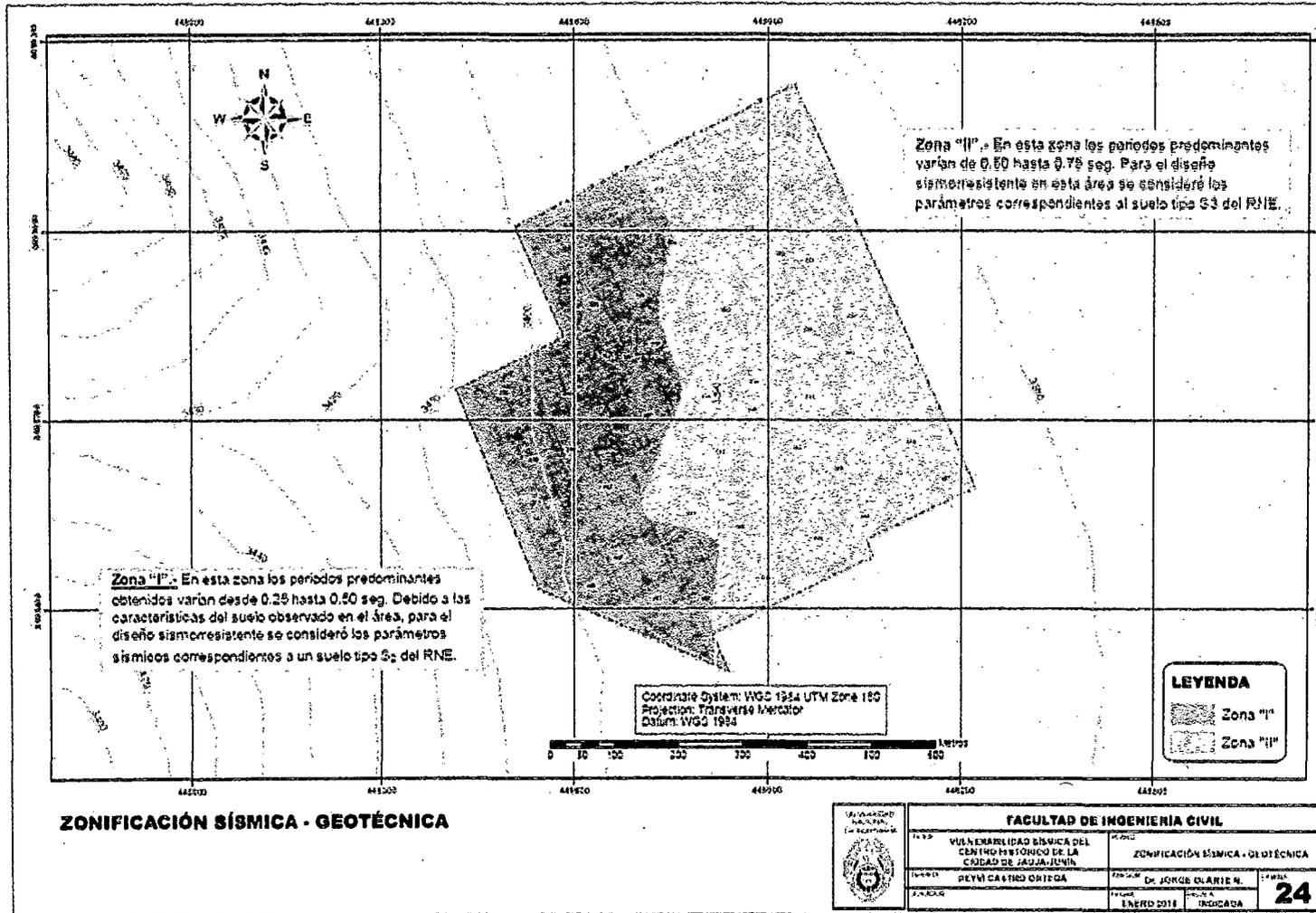


Figura 6.25.- Zonificación sísmica – geotécnica del centro histórico de la ciudad de Jaúja (ver anexo "H" – Lámina 24)

6.10. RESUMEN

En el presente capítulo se detallan definiciones sobre: Sismicidad en el ámbito de estudio, Fundamentos del análisis del peligro sísmico, Análisis probabilístico del peligro sísmico, Evaluación del peligro sísmico, Cálculo del peligro sísmico probabilístico y máximas aceleraciones esperadas, Geología y geotecnia en el ámbito de estudio, Comportamiento dinámico del suelo y Zonificación sísmica geotécnica. Todas estas definiciones tienen por objeto ayudar a conocer los aspectos que involucra el Peligro Sísmico del Centro Histórico de la Ciudad de Jauja.

SISMICIDAD EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

Se ha recopilado información de los registros de sismicidad desde el siglo XVI hasta la actualidad con la finalidad de obtener las intensidades probables que ha soportado el área en estudio. En referencia a los sismos *ocurridos en la zona de influencia de Jauja, mencionaremos: El sismo del 01 de Octubre del 1969 en Pariahuanca (Junín) de magnitud 6.2 Ms, el cual se sintió en la ciudad de Jauja con una intensidad de V – MM; El sismo del 01 de Noviembre de 1947 en Satipo (Junín) de magnitud 7.5 Ms, el cual se percibió en la ciudad de Jauja con una intensidad de VI a VII – MM.*

FUNDAMENTO Y ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DEL PELIGRO SÍSMICO

La determinación de la peligrosidad sísmica se realiza tradicionalmente desde dos perspectivas diferentes, denominadas como método determinista y método probabilista. La metodología del análisis probabilístico del peligro sísmico (PSHA) es el interés de este capítulo.

Para determinar el peligro sísmico probabilístico se ha utilizado la metodología desarrollada inicialmente por Cornell (1968). Se requieren tres conjuntos de datos para lograr determinar el peligro sísmico probabilístico: *Fuentes sísmicas, Frecuencias de recurrencia sísmicas y Leyes de atenuación.*

Se han definido 08 fuentes sísmicas para realizar en análisis y cálculo del peligro sísmico en la región Junín, siendo estas: Subducción de Interfase (F3), Subducción de Intraplaca (F8, F12, F13 y F14) y Continentales (F15, F19 y F20). Así mismo se han utilizado dos leyes de atenuación dependiendo de las trayectorias que recorren las ondas en su camino de la

fuelle al sitio: la ley de atenuación de aceleraciones propuesta por Casaverde y Vargas (1980) para sismos en zona de Subducción y la ley de atenuación de aceleraciones propuesta por McGuire (1974) para sismos en zona Continental.

EVALUACIÓN Y CALCULO DEL PELIGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO Y MÁXIMAS ACELERACIONES ESPERADAS

Una vez determinadas la sismicidad de las fuentes y los modelos de atenuación de las ondas sísmicas generadas en cada una de éstas, el peligro sísmico se puede calcular considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas, la distancia entre cada fuente y el sitio de interés que se requiere evaluar. Se calcularon los valores de las máximas aceleraciones horizontales del suelo (PGA) mediante el programa CRISIS 2007 v7.6 en una malla de puntos de 10 x 10 Km aproximadamente espaciados cada 0.1°.

Obteniendo para la ciudad de Jauja las siguientes aceleraciones asociados a periodos de retorno: Una aceleración **PGA = 0.17 g** (periodo de retorno de 45 años) para un tiempo de exposición de 30 años con una probabilidad de excedencia del 50%. Una aceleración **PGA = 0.20 g** (periodo de retorno de 75 años) para un tiempo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 50%. Una aceleración **PGA = 0.32 g** (periodo de retorno de 475 años) para un tiempo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 10%.

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

La ciudad de Jauja presenta una geomorfología variada destacando entre ellas: en el sector Oeste de los distritos de Jauja y Yauyos se aprecian **Colinas, Quebradas, Planicie de Inclinación y Laderas**. En el cauce de los ríos Mantaro y Yacus se aprecia el **Talweg** (cauce). En la margen izquierda del río Mantaro y márgenes del río Yacus se aprecia la **Terraza aluvial**. En la margen izquierda y derecha del río Mantaro se aprecia **Llanura de Inundación** y en los márgenes de los ríos Mantaro y Yacus se aprecia la **Planicie Aluvial**.

Así mismo Jauja presenta una secuencia estratigráfica particular definida por un conjunto de formaciones geológicas de gran importancia como son:

Formaciones de Chambara, Condorsinga y Aramachayá (Grupo Pucará) que se encuentran en la era Mesozoica pertenecientes al sistema Triásico y Jurásico superior e Inferior, caracterizado por bancos gruesos de arenas limosas y limos arcillosos que en partes es silicificada y seguido por caliza negra, bituminosa, bien estratificada ; adicionalmente tenemos la **Formación Jauja** pertenecientes a la era Cenozoica Cuaternaria Pleistocénica, compuesto en esencia de arcillas marrones a rojizas seguidas *de conglomerados con matriz de arcilla rojiza*; *Por último tenemos los Depósitos Fluvio Glaciáricos* perteneciente a la era Cenozoica Cuaternaria Reciente, conformando la planicie inclinada donde se ubica los distritos de Jauja y Yauyos, y donde se ha desarrollado las principales quebradas que descienden de la parte occidental de la zona en estudio. Consiste en clastos algo angulosos y alterados unidos por una matriz arcillosa, lo cual adquiere una consistencia del depósito.

Con respecto a la Geotecnia de la ciudad de Jauja, esta presenta variabilidad en el tipo de suelo predominante en la ciudad.

Suelo Tipo I: Conformado por gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla en estado semi compacto con humedad media de color marrón claro; Ocupan superficies con pendiente ligeramente inclinada. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "GC", con regular capacidad admisible de 1.20 Kg/cm².

Suelo Tipo II: Conformado por suelo aluvial lacustrino de material fino (arcilla, limo y arena) compuesto de limos de baja plasticidad semi compacto (ML) y arcillas plásticas (CL); También se encontró limos arcillosos y arcillas limosas con grava ocasional hasta los 2.00 m. Presentan topografía de relieve plano. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "CL - ML", con regular capacidad admisible de 1.00 a 1.20 Kg/cm².

Suelo Tipo III: Conformado por suelo aluvial lacustrino de material fino compuesto de arcillas, limos de alta plasticidad, arenas y gravas (20% - 30%); Localmente está cubierta por caliche de naturaleza calcárea. Con topografía de relieve plano. Reciben la clasificación *SUCS* de tipo "CH", con regular capacidad admisible de 1.00 Kg/cm².

Suelo Tipo IV: *Compuesta de arenas limosas, arcillosas o limo arcillosas, limos inorgánicos de poca plasticidad, semi compacta con humedad óptima; ocupan superficies con pendiente casi nula. Reciben la clasificación SUCS de tipo "ML", con capacidad admisible de 1.04 Kg/cm².*

Suelo Tipo V: *Conformado por arcillas inorgánicas, de plasticidad media a alta, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcilla pobres de color marrón oscuro en estado semi compacto con humedad óptima; ocupan superficies con pendiente suave a media (0% - 10%). Reciben la clasificación SUCS de tipo "CL", con capacidad admisible de 1.00 Kg/cm².*

Suelo Tipo VI: *Conformado por suelos arena limosos y arcillosos de mediana plasticidad (LP<20 - LL=21), este materia se usa para la fabricación de adobes, tejas y ladrillos; Ocupan superficies de topografía de relieve plano. Reciben la clasificación SUCS de tipo "SM".*

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL SUELO

Para caracterizar el comportamiento dinámico del suelo del Centro Histórico de la ciudad de Jauja se han obtenido registros de vibración ambiental en 41 puntos de observación, llegando abarcar toda el área de estudio. El análisis e interpretación de la información recolectada permite determinar el periodo dominante de vibración natural del suelo la cual está comprendida en dos zonas:

Zona "A".- Esta zona se ubica en el lado Oeste del Centro Histórico y está conformada por material fino arcillas, limos y arenas, compuesto de limos de baja plasticidad semi compacto y arcillas plásticas con presencia de gravas. Ocupan superficies con pendiente media; La capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales típicas a la profundidad de cimentación de 1.2 m. sobre terreno natural, es de 1.20 kg/cm². Los periodos predominantes varían de 0.25 seg hasta 0.50 seg.

Zona "B".- Esta zona se ubica en el lado Este del Centro Histórico y está compuesta de arcillas inorgánicas, de plasticidad media a alta, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcilla pobres de color marrón oscuro en estado semi compacto con humedad óptima; ocupan superficies con pendiente suave. La capacidad de carga admisible para cimentaciones superficiales

típicas a la profundidad de cimentación de 1.2 - 1.5 m sobre terreno natural, es de 1.00 kg/cm². Los periodos predominantes varían de 0.50 seg hasta 0.75 seg.

ZONIFICACIÓN SÍSMICA GEOTÉCNICA

Por último se realizó la Zonificación Sísmica - Geotécnica de la zona en estudio analizando e interpretando la información sísmica (vibración ambiental) y geotécnica; se aprecian dos zonas, las cuales son las mismas que las áreas correspondientes a la zonificación por periodos, debido a que el centro histórico de Jauja se encuentra ubicado en una zona homogénea geotécnicamente; y por lo tanto si la zona íntegramente es homogénea, tanto geológica como geotécnicamente, será el plano de zonificación por periodos el que determine los detalles del mapa de zonificación sísmica - geotécnica.

Se ha dividido el área analizada en dos zonas I y II, según los periodos obtenidos:

Zona "I".- En esta zona los periodos predominantes obtenidos varían desde 0.25 hasta 0.50 seg. Debido a las características del suelo observado en el área, para el diseño sismorresistente se consideró los parámetros sísmicos correspondientes a un suelo tipo S₂ del RNE.

Zona "II".- En esta zona los periodos predominantes varían de 0.50 hasta 0.75 seg. Para el diseño sismorresistente en esta área se consideró los parámetros correspondientes al suelo tipo S₃ del RNE.

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA

7.1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de vulnerabilidad sísmica a nivel urbano requieren de una metodología que permita evaluar la calidad estructural de las edificaciones, para de esta manera obtener posibles escenarios de daño como consecuencia de un terremoto. Esto será posible con la disposición de los datos requeridos por la metodología, es decir, la información de los edificios, de las propiedades del suelo en donde se encuentran ubicados y de la peligrosidad sísmica de la zona. Para el presente estudio se eligió la metodología del Índice de Vulnerabilidad que permite evaluar la calidad estructural de los edificios mediante la calificación de 11 parámetros. La base de datos obtenida en el presente proyecto permite evaluar la mayoría de los parámetros. Sin embargo, al realizar un estudio a nivel urbano en donde se consideran miles de edificaciones, la información requerida puede ser muy amplia, ocasionando inevitablemente que algún dato sea muy difícil de obtener y que en algún caso no exista, para lo cual se puede inferir a partir de estudios estadísticos realizados en trabajos anteriores o generándolos aleatoriamente. Una vez calculada la vulnerabilidad de las edificaciones se calibran las funciones de vulnerabilidad para obtener los posibles escenarios de daño.

En este capítulo se realizarán los cálculos del índice de vulnerabilidad, para luego estimar el grado de daño producto de diferentes sismos considerados, finalizando en la obtención de los escenarios de daño.

7.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Se calcularon los índices de vulnerabilidad para las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja. Se aplicaron dos ecuaciones: una para las edificaciones de adobe y albañilería, y otra para los edificios de concreto armado. Este cálculo se realiza conforme a los parámetros descritos anteriormente e implementados en el entorno Excel; en este proceso se agrega nuevos campos a la base de datos entre los cuales se encuentra los 11 parámetros del índice de vulnerabilidad y el valor correspondiente al índice de daño para las diferentes intensidades.

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad se utilizaron las siguientes expresiones:

- Expresión 4.1 y la tabla 4.1 utilizada para edificaciones de mampostería (adobe y albañilería):

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi
1	Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales.	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8	Distancia entre muros.	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

- Expresión 4.4 y la tabla 4.3 utilizada para edificaciones de concreto armado:

$$I_v = 100 \frac{\left(\sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Wi
1	Organización del sistema resistente.	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente.	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional.	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación.	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales.	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta.	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación.	0	1	3	2.0
8	Distancia entre columnas.	0	1	2	1.0
9	Tipo de cubierta.	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales.	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación.	0	1	2	1.0

A continuación se detalla los resultados obtenidos calificando la clase a la cual pertenecen las edificaciones en cada uno de los 11 parámetros, de acuerdo a la base de datos procesada en el ámbito de estudio.

7.2.1. Resultado de los 11 Parámetros por tipología y clase estructural

Para obtener los índices de vulnerabilidad de cada una de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja, se realizaron visitas de campo durante 14 días en la zona en estudio; De esta forma se pudo analizar cada parámetro de la metodología del índice de vulnerabilidad, para luego asignar las correspondientes calificaciones, obteniendo mediante la aplicación de la fórmula que caracteriza al método, el respectivo índice de vulnerabilidad para cada edificación de acuerdo a la tipología estructural.

Se estudiaron un total de 1,017 edificaciones, las cuales se han clasificado en tres (03) grupos y se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.1.- Distribución de edificaciones por tipología.

Tipología	Nº de lotes	%
Adobe	702	69.0
Albañilería	303	29.8
Concreto Armado	12	1.2
Total	1,017	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

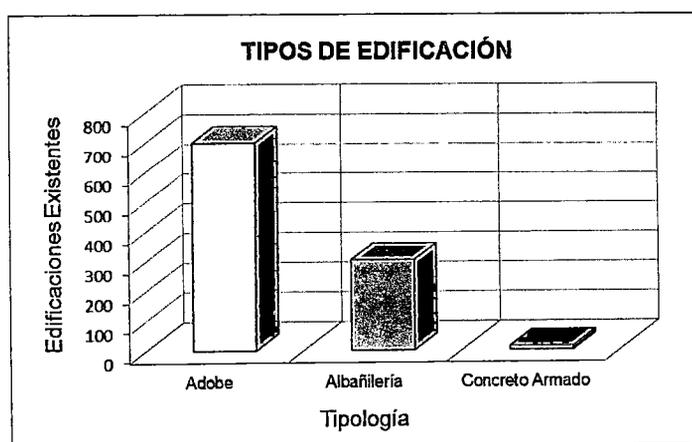


Figura 7.1.- Distribución de tipos de edificación existente

Para la evaluación de las edificaciones se utilizaron una ficha de evaluación correspondiente a cada tipología (ver anexo "A"), en donde se describen cada uno de los 11 parámetros evaluados, cuyos resultados se detallan a continuación:

Parámetro 1.- Tipo y organización del sistema resistente.

Tabla 7.2.- Resultados del parámetro 1.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	55	18.2	12	100.0
B	0	0.0	121	39.9	0	0.0
C	216	30.8	104	34.3	0	0.0
D	486	69.2	23	7.6	—	—
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

La asignación de las clases A, B, C y D en este parámetro se ha realizado en función al año de construcción de la edificación, la visualización de los elementos resistentes, así como su proceso constructivo; Gran parte de las edificaciones del centro histórico fueron construidas sin tomar en cuenta criterios técnicos; como consecuencia de ello se presentan los resultados para cada tipología: En adobe se asigna la clase "D" para aquellas edificaciones que fueron construidas sin asesoría técnica (autoconstrucción), lo que resultó el 69.2% de las edificaciones de adobe en esta clase, mientras que en albañilería se asigna la clase "B" (39.9%) y "C" (34.3%) a las edificaciones que no cumplen con al menos uno y dos requisitos de la norma E-070 respectivamente, enmarcándose casi la totalidad de las edificaciones de albañilería en estas dos clases. En concreto armado el problema es menor debido a que sus elementos generalmente conectados le dan esa capacidad de comportamiento tipo "cajón" por lo cual se le asignó al 100% de las edificaciones la clase "A".

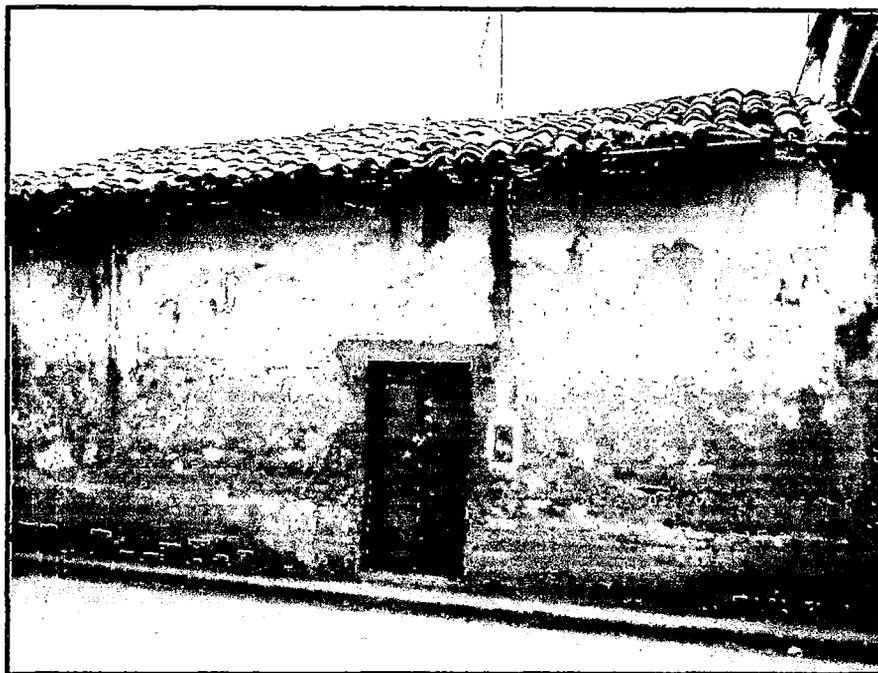


Figura 7.2.- Edificación de Adobe con muros sin arriostramiento horizontal ni vertical.

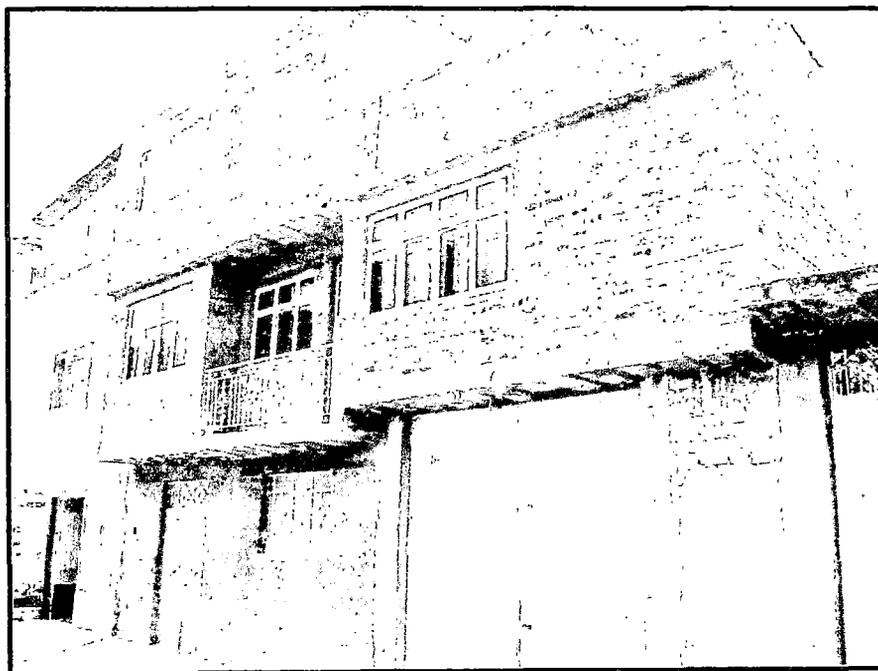


Figura 7.3.- Edificio de Albañilería sin un adecuado confinamiento vertical.



Figura 7.4.- Edificación de Albañilería adecuadamente confinada.



Figura 7.5.- Edificación de Concreto Armado con un adecuado sistema resistente.

Parámetro 2.- Calidad del sistema resistente

Tabla 7.3.- Resultados del parámetro 2.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	10	3.3	12	100.0
B	1	0.1	261	86.1	0	0.0
C	572	81.5	31	10.2	0	0.0
D	129	18.4	1	0.3	--	--
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

Un gran porcentaje de las personas en la ciudad de Jauja por abaratar costos recurren a la construcción informal, utilizando muchas veces a utilizar materiales de baja calidad. Tenemos como ejemplo el uso constante de los ladrillos artesanales, los que generalmente no cumplen con los requisitos mínimos para ser usados en la construcción. Esto puede constatarse por el gran porcentaje de las clases B y C, éste en caso de mampostería de mala calidad; En las construcciones de concreto armado el problema es mucho menor por lo cual se le asignó una calificación "A".

Las edificaciones de adobe en el centro histórico son antiguas, por lo que la calidad actual de éstos es mala. Por tal motivo el resultado de la evaluación de este parámetro para adobe es del 81.5% para la clase "C".



Figura 7.6.- Mampostería de Adobe con mampostería artesanal de mala calidad y sin adecuada trabazón.



Figura 7.7.- Mampostería de Adobe con mampostería artesanal y buena trabazón.

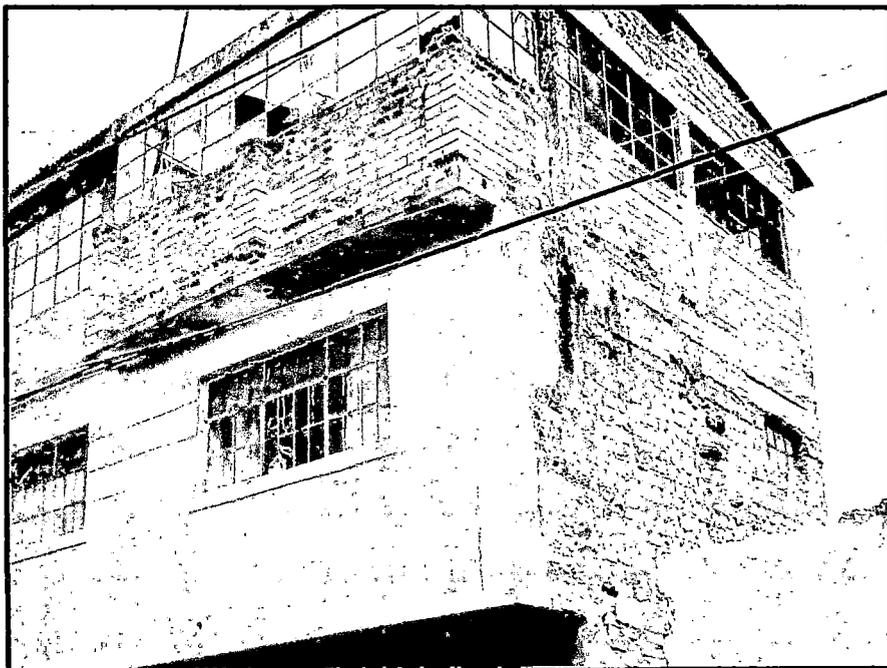


Figura 7.8.- Sistema resistente y unidades de Albañilería no homogénea y de mala calidad.



Figura 7.9.- Buena calidad del sistema resistente y unidades de albañilería.



Figura 7.10.- Buena calidad del sistema resistente de Concreto Armado.

Parámetro 3.- Resistencia convencional.*Tabla 7.4.- Resultados del parámetro 3.*

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	18	5.9	1	8.3
B	0	0.0	257	84.8	8	66.7
C	612	87.2	28	9.2	3	25.0
D	90	12.8	0	0.0	—	—
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

Se asignaron las clases en función al nivel de resistencia de una edificación y a la probable fuerza a la que está sometida la misma.

En el caso del adobe, la totalidad de las edificaciones fueron asignadas a las clases C y D, ya que estas edificaciones tienen una densidad de muros en una dirección (la más corta) la cual es insuficiente ya que por su gran peso la fuerza sísmica también será considerable y el adobe no será capaz de resistir tales fuerzas. En las edificaciones de albañilería, el problema que se encontró es similar, la dirección más corta tiene una densidad de muros insuficiente y la presencia de instalaciones sanitarias no contempladas normalmente en el diseño estructural (en el caso de que exista), disminuye considerablemente la resistencia. Problema menos grave son las edificaciones de concreto armado, sin embargo cuando estas se construyen sin un proyecto aprobado, sus elementos no resisten adecuadamente la fuerza sísmica.

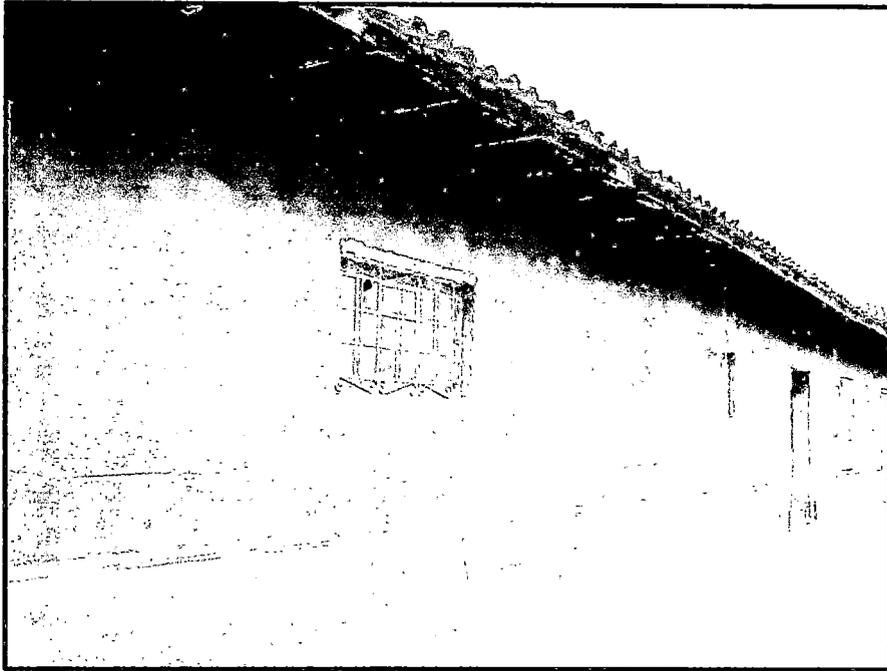


Figura 7.11.- Edificación de Adobe sin una adecuada cantidad de muros ortogonales.



Figura 7.12.- Edificación de Albañilería sin una adecuada cantidad de muros ortogonales.



Figura 7.13.- Edificación de Albañilería con una adecuada cantidad de elementos estructurales.



Figura 7.14.- Edificación de Concreto Armado con una adecuada cantidad de elementos estructurales.

Parámetro 4.- Posición del edificio y cimentación.

Tabla 7.5.- Resultados del parámetro 4.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	0	0.0	11	91.7
B	676	96.3	301	99.3	1	8.3
C	25	3.6	2	0.7	0	0.0
D	0	0.0	0	0.0	—	—
Total	701	99.9	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

Para la calificación de este parámetro se han considerado aspectos tales como los períodos obtenidos del ensayo de microtrepidaciones, la aplicación de la norma de diseño sismorresistente y la presencia de gran pendiente, humedad y sales. Resaltando que en las edificaciones de adobe y albañilería predomina la clase "B" y en las de concreto armado predomina la clase "A".

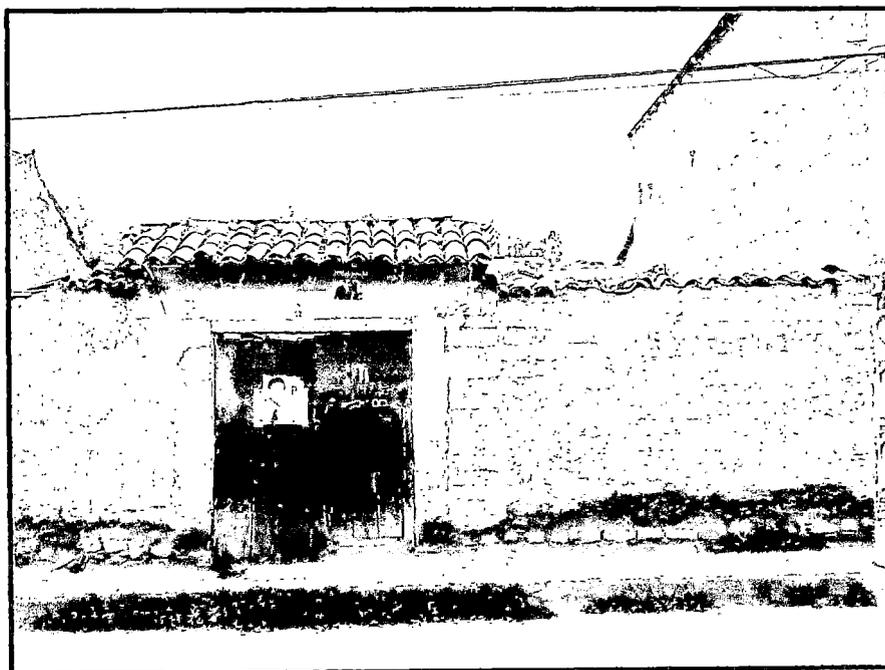


Figura 7.15.- Edificación de Adobe con presencia de humedad en el sobrecimiento y muros.

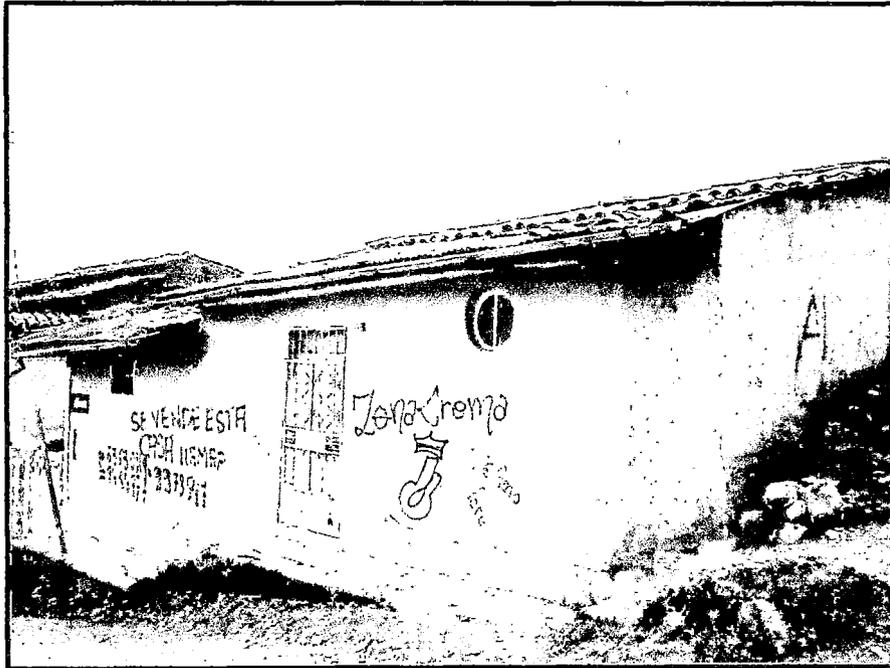


Figura 7.16.- Edificación emplazada sobre terreno con gran pendiente.



Figura 7.17.- Edificación de Adobe emplazada sobre terreno con pendiente pronunciada.

Parámetro 5.- Diafragmas horizontales.

Tabla 7.6.- Resultados del parámetro 5.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	256	84.5	11	91.7
B	503	71.7	44	14.5	1	8.3
C	195	27.8	3	1.0	0	0.0
D	4	0.6	0	0.0	--	--
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

En el caso de las edificaciones adobe, casi el 100% fueron asignadas a las clases B y C, debido a que estas edificaciones contienen diafragmas conformados por viguetas y listones de madera en buen estado con ciertas deficiencias y en estado deflectado respectivamente, mientras que las de albañilería tienen en general un buen comportamiento de diafragma. En el caso de concreto armado, se puede observar que en su mayoría se comportan como losas rígidas.



Figura 7.18.- Edificación de Adobe con techo conformado por un entramado de viguetas y listones de madera en buen estado con pequeñas deficiencias.



Figura 7.19.- Edificación de Adobe con techo conformado por un entramado de viguetas y listones de madera en estado deflectado.



Figura 7.20.- Edificación de Albañilería con diafragma rígido y cobertura liviana.



Figura 7.21.- Edificación de Concreto Armado con diafragma rígido y cobertura liviana.

Parámetro 6.- Configuración en planta.

Tabla 7.7.- Resultados del parámetro 6.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	106	15.1	58	19.1	0	0.0
B	508	72.2	225	74.3	9	75.0
C	88	12.5	20	6.6	3	25.0
D	0	0.0	0	0.0	—	—
Total	702	99.9	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

Se observa que la mayoría de edificaciones presentan una aceptable simetría en planta, por lo que se encuentran inmersas en la clase "B", en una menor concentración hallamos edificaciones que presentan ductos de dimensiones considerables o irregularidades en planta.

Parámetro 7.- Configuración en elevación.

Tabla 7.8.- Resultados del parámetro 7.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	681	97.0	248	81.8	8	66.7
B	7	1.0	11	3.6	3	25.0
C	13	1.9	43	14.2	1	8.3
D	0	0.0	1	0.3	--	--
Total	701	99.9	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

La inadecuada configuración en elevación conlleva a problemas como son el de piso blando, el cual se produce cuando se presenta un cambio muy brusco de rigidez entre pisos consecutivos.

A la mayoría de edificaciones se le asigno la clase "A" debido a que no presentan irregularidad en altura, por lo tanto no poseen variación de masas.



Figura 7.22.- Edificación de Adobe con una adecuada distribución de masas en los dos niveles.



Figura 7.23.- Edificación de Albañilería con una adecuada distribución de masas en los tres niveles.



Figura 7.24.- Edificación de Concreto Armado con una adecuada distribución de masas en los tres niveles.

Parámetro 8.- Distancia máxima entre elementos resistentes.

Tabla 7.9.- Resultados del parámetro 8.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	0	0.0	10	83.3
B	655	93.3	268	88.4	2	16.7
C	45	6.4	33	10.9	0	0.0
D	2	0.3	2	0.7	—	—
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

En el caso de adobe y albañilería, la calificación se realizó en base a que los elementos resistentes no pueden estar muy distanciados, evaluándose la distancia máxima entre muros transversales y para el caso de las edificaciones de concreto armado, la máxima distancia entre columnas se tendrá en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción, asignando de esta manera la calificación "A" a la mayoría de estas edificaciones

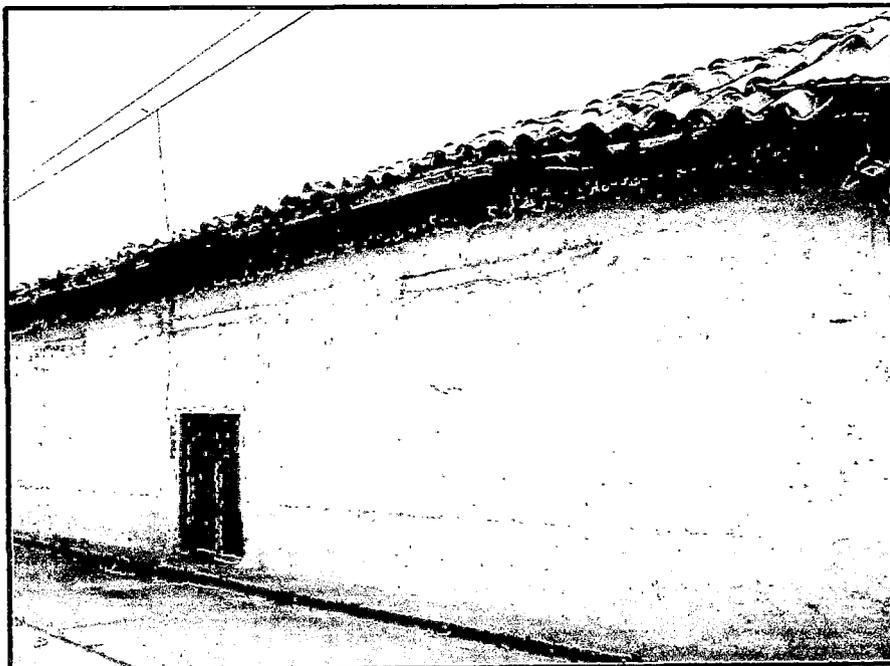


Figura 7.25.- Edificación de Adobe con excesiva separación de muros.



Figura 7.26.- Edificación de Albañilería con excesiva separación de muros.



Figura 7.27.- Edificación de Concreto Armado con una adecuada distancia entre columnas.

Parámetro 9.- Tipo de cubierta.

Tabla 7.10.- Resultados del parámetro 9.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	148	48.8	11	91.7
B	9	1.3	15	5.0	1	8.3
C	693	98.7	140	46.2	0	0.0
D	0	0.0	0	0.0	—	—
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

En este parámetro se clasificaron los diferentes tipos de cubierta encontrados según la capacidad que tengan para resistir la fuerza sísmica. Cuando éstas cubiertas no son lo suficientemente estables ante acciones sísmicas, fallarán, y los muros sobre los que se apoya actuarán en voladizo, siendo vulnerables ante acciones perpendiculares a su plano.

Más del 95% de las edificaciones de adobe existentes en la zona de estudio presentan cubiertas inestables de material liviano en malas condiciones; siendo estos calificados con la clase "C", pues la falta de una longitud de apoyo adecuado de los elementos principales de la cubierta, facilita que se presente la pérdida del apoyo y el consecuente colapso de la estructura por los desplazamientos inducidos en los muros portantes. Cuando la cubierta está compuesta por una losa aligerada, según sus características se calificaron con "A" y "B", ya que el vaceado de la misma es monolítico con la viga.



Figura 7.28.- Edificación de Adobe con cubierta inestable de material liviano.



Figura 7.29.- Edificación con cubierta estable de losa aligerada

Parámetro 10.- Elementos no estructurales.

Tabla 7.11.- Resultados del parámetro 10.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	608	86.6	125	41.3	2	16.7
B	0	0.0	0	0.0	1	8.3
C	89	12.7	159	52.5	9	75.0
D	5	0.7	19	6.3	—	—
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

Este parámetro considera elementos que no forman parte de la estructura y cuyo desplome en el caso de un sismo representan un peligro.

Las construcciones antiguas de adobe presentan en algunos casos balcones, estos son enmarcados dentro de la clase "C"; Cerca al 50% de las edificaciones de albañilería presentan elementos no estructurales que no se encuentran correctamente conectados a la estructura, tales como parapetos en los pisos superiores de las mismas; mientras que en las edificaciones de concreto armado el 75% presentan avisos publicitarios, los cuales no están adecuadamente fijados, pudiendo estos desprenderse ante un evento sísmico.

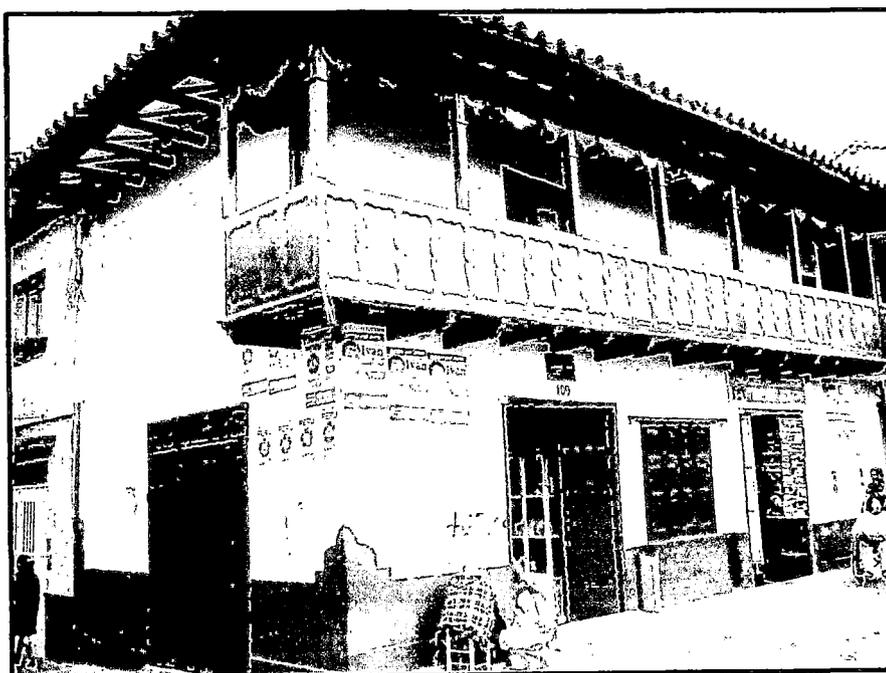


Figura 7.30.- Edificación de Adobe con balcón.



Figura 7.31.- Edificación de Albañilería con parapetos sin confinar.



Figura 7.32.- Edificación de Albañilería con volado y balcón con buena conexión al sistema resistente, sin embargo presenta parapetos sin confinar



Figura 7.33.- Edificación de Concreto Armado con elementos publicitarios colocados en la fachada.

Parámetro 11.- Estado de conservación.

Tabla 7.12.- Resultados del parámetro 11.

	Adobe		Albañilería		Concreto Armado	
	Nº lotes	%	Nº lotes	%	Nº lotes	%
A	0	0.0	124	40.9	12	100.0
B	235	33.5	147	48.5	0	0.0
C	312	44.4	30	9.9	0	0.0
D	155	22.1	2	0.7	—	—
Total	702	100.0	303	100.0	12	100.0

(Fuente: Elaboración Propia)

Más del 65% de las edificaciones de adobe existentes en la zona de estudio se encuentran en mal estado de conservación, siendo estos calificados con las clases "C" y "D", pues la falta de un adecuado mantenimiento facilita que

se presente el deterioro en dichas edificaciones; las edificaciones de albañilería y concreto armado según su año de construcción se calificaron con "A" y "B".



Figura 7.34.- Edificación de Adobe en mal estado de conservación.



Figura 7.35.- Edificación de Albañilería en buen estado de conservación.



Figura 7.36.- Edificación de Concreto Armado en buen estado de conservación.

7.2.2. Resultados del Índice de Vulnerabilidad

Una vez evaluado el índice de vulnerabilidad (I_v) para cada edificación, el cual varía de 0 a 382.5 para mampostería y de 0 a 94.12 para concreto armado, según la metodología propuesta, se procede a normalizar el índice de vulnerabilidad (I_{vn}), en un rango de 0 a 100. Para poder interpretar mejor los resultados obtenidos se definieron los rangos de vulnerabilidad (tabla 7.13). Los rangos de vulnerabilidad se tomaron como referencia de Quispe N. (2004), los cuales pueden variar dependiendo del detalle que se pretende en el estudio.

Tabla 7.13.- Rangos de índices de vulnerabilidad normalizado.

Vulnerabilidad	Rangos de I_v
BAJA	$0.0 < I_v \text{ normalizado} < 20.0$
MEDIA	$20.0 \leq I_v \text{ normalizado} < 40.0$
ALTA	$I_v \text{ normalizado} \geq 40.0$

(Fuente: Quispe Norbertt, 2004)

Tabla 7.14.- Resultados del Índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja.

Niveles de Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	Nº de Edificaciones			Porcentaje
		Adobe	Albañilería	C. Armado	
Baja	0-20	0	240	9	24.48%
Media	20-40	455	62	3	51.13%
Alta	40-100	247	1	0	24.39%
	TOTAL	702	303	12	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

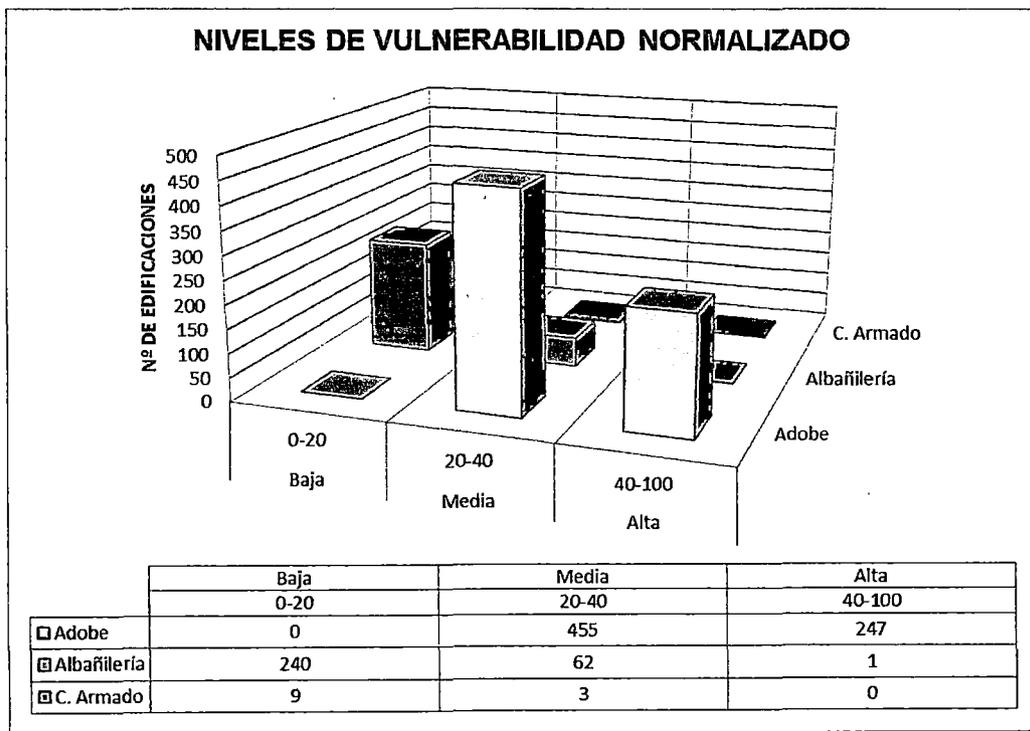


Figura 7.37.- Resultados de los niveles de vulnerabilidad normalizada

A continuación se mostraran las siguientes tablas y figuras de los resultados en detalle de la vulnerabilidad de cada tipología:

A. Índice de Vulnerabilidad Normalizado en edificaciones de Adobe.

Tabla 7.15.- Resultados del Índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones de Adobe.

Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	ADOBE	
	N° de Edificaciones	Porcentaje
0-20	0	0.0%
20-40	455	64.8%
40-100	247	35.2%
TOTAL	702	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

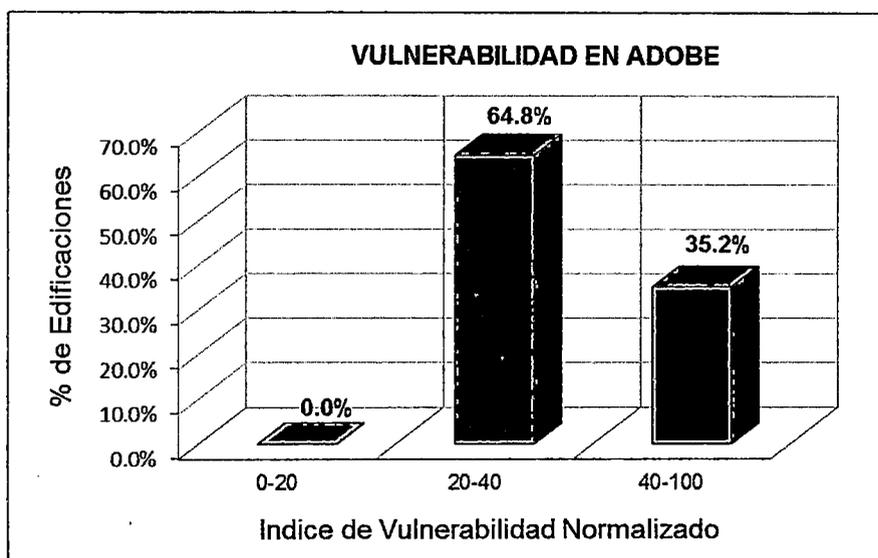


Figura 7.38.- Porcentaje de las edificaciones de Adobe según el Índice de vulnerabilidad normalizado.

Se aprecia que la totalidad de las edificaciones de adobe presentan una vulnerabilidad media con tendencia a alta, debido a que la calidad estructural del adobe en ámbito en estudio es regular, además su gran peso atrae una considerable fuerza sísmica, comportándose frágilmente ante movimientos horizontales.

B. Índice de Vulnerabilidad Normalizado en edificaciones de Albañilería.

Tabla 7.16.- Resultados del Índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones de Albañilería.

Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	ALBAÑILERÍA	
	N° de Edificaciones	Porcentaje
0-20	240	79.2%
20-40	62	20.5%
40-100	1	0.3%
TOTAL	303	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

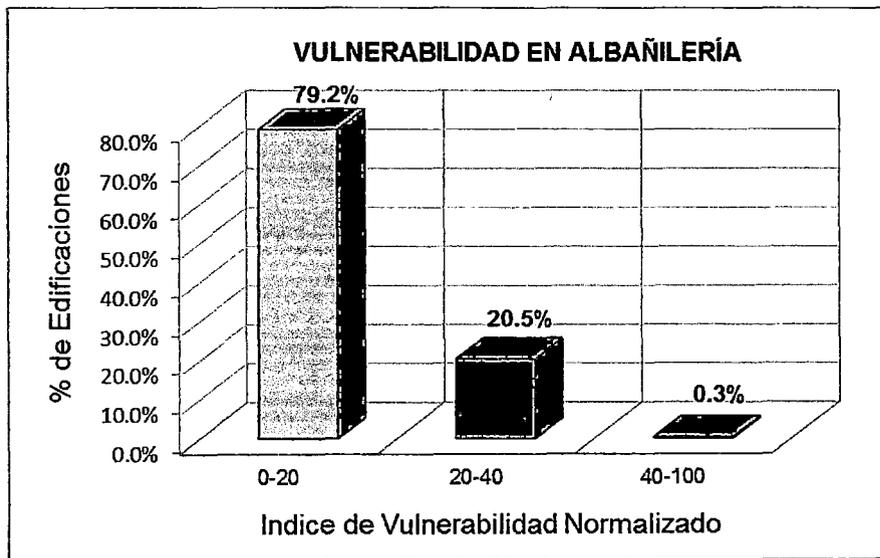


Figura 7.39.- Porcentaje de las edificaciones de Albañilería según el índice de vulnerabilidad normalizado.

En las edificaciones de albañilería, predomina la vulnerabilidad baja; Sin embargo un gran porcentaje de estas se ven disminuidas en su calidad estructural debido a procedimientos constructivos deficientes con materiales artesanales de baja calidad, además presentan tabiques no confinados sobre volados construidos sin supervisión técnica.

C. Índice de Vulnerabilidad Normalizado en edificaciones de Concreto Armado.

Tabla 7.17.- Resultados del Índice de vulnerabilidad normalizado de las edificaciones de Concreto Armado.

Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	CONCRETO ARMADO	
	Nº de Edificaciones	Porcentaje
0-20	9	75.0%
20-40	3	25.0%
40-100	0	0.0%
TOTAL	12	100.00%

(Fuente: Elaboración Propia)

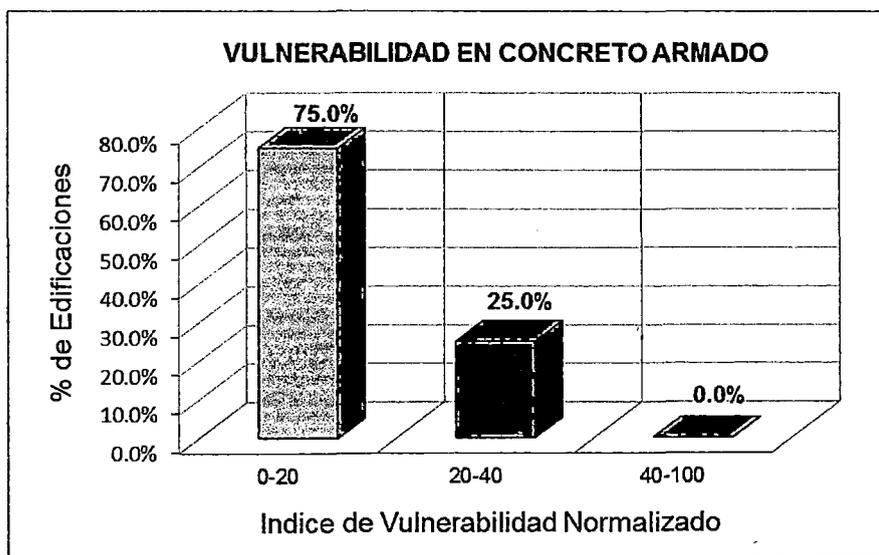


Figura 7.40.- Porcentaje de las edificaciones de Concreto Armado según el índice de vulnerabilidad normalizado.

En edificaciones de concreto armado, predomina la vulnerabilidad baja a media, debido a que estas estructuras son de reciente año de construcción lo cual en su mayoría cumplen con los requisitos establecidos en el R.N.E vigente sin embargo, existen varias causas que disminuyen la calidad de estas estructuras como son: procedimientos constructivos deficientes, con materiales de baja calidad y sin supervisión técnica, variedad de elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

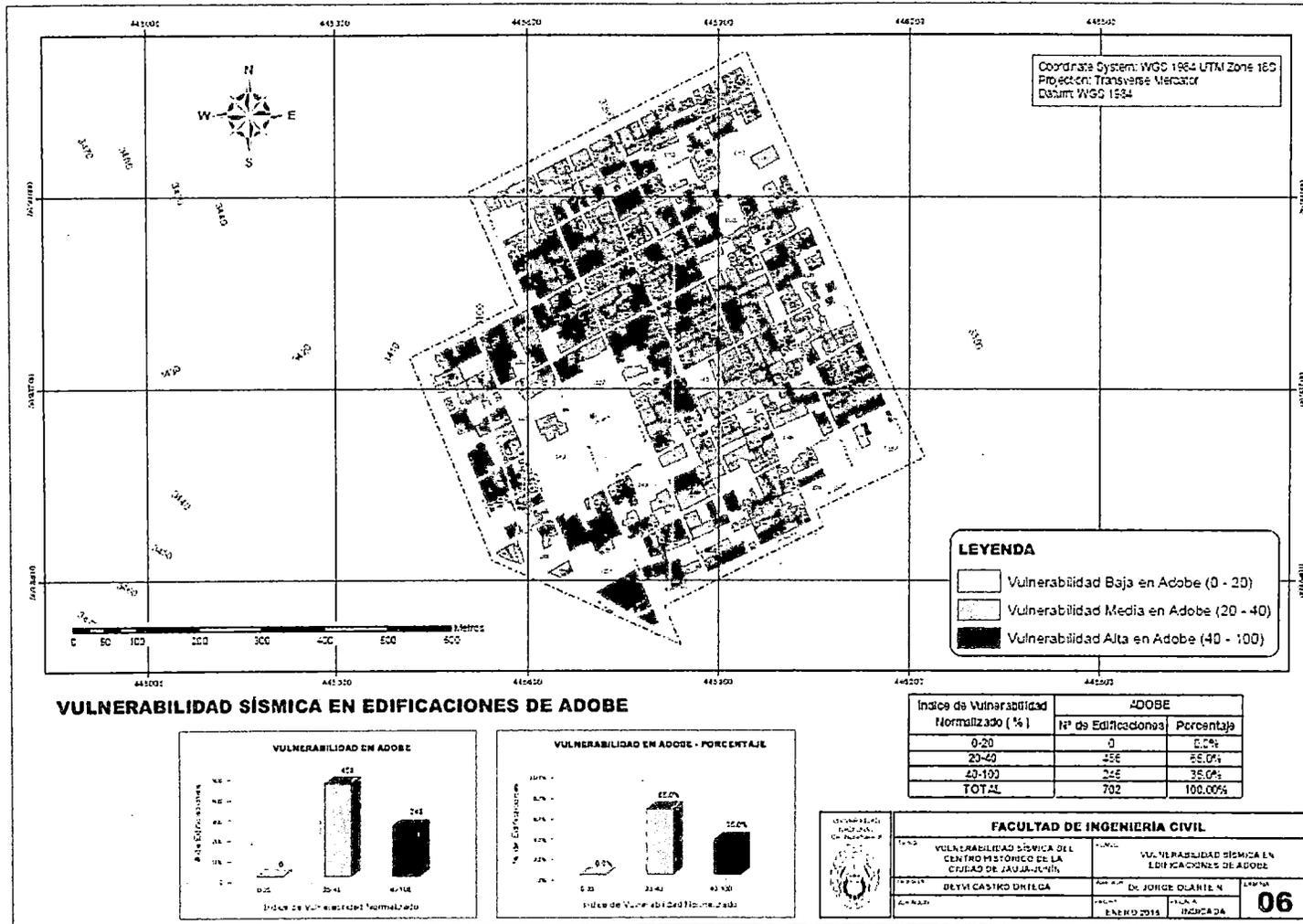


Figura 7.41.- Distribución de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe (ver anexo "H" – Lámina 06).

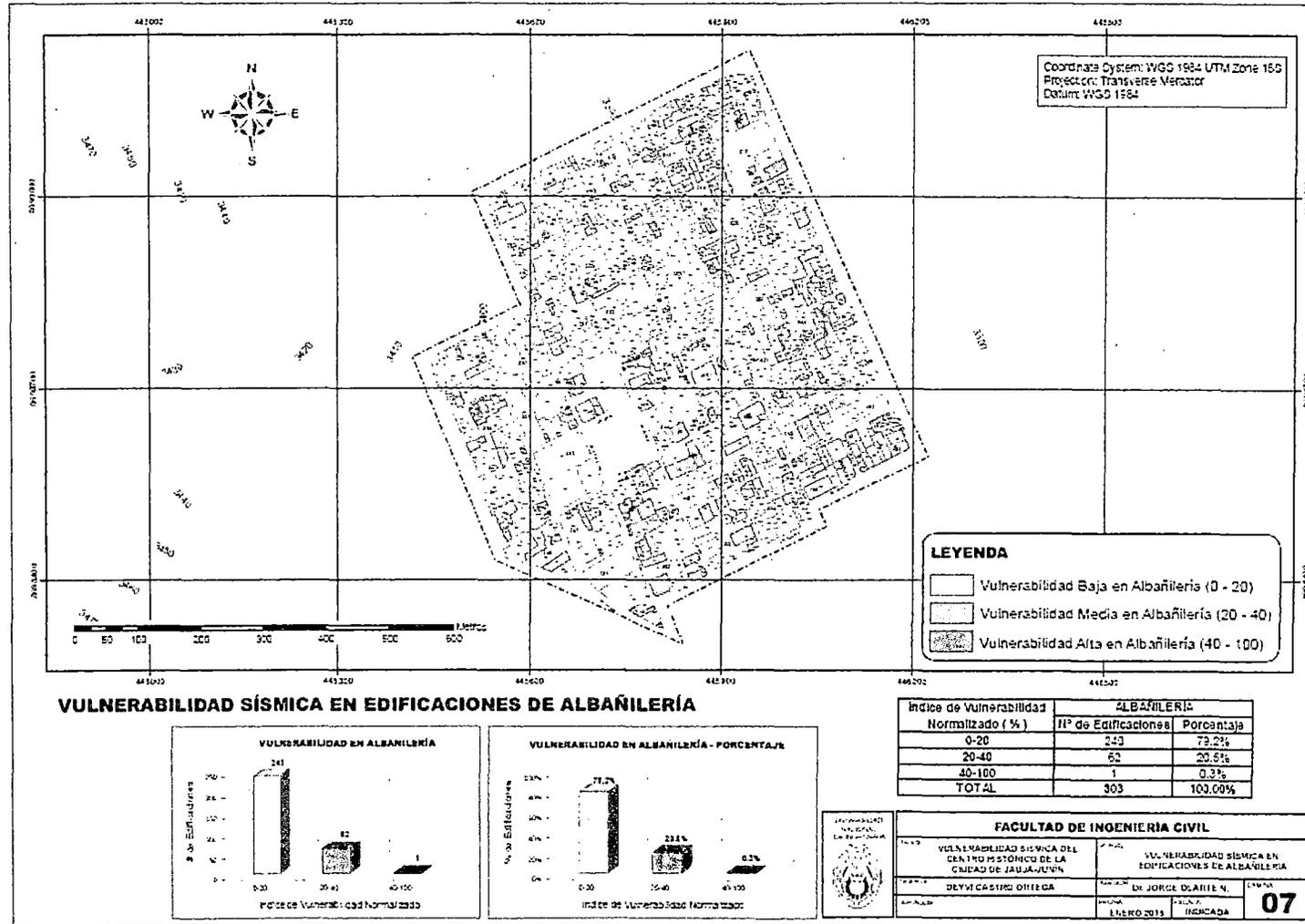


Figura 7.42.- Distribución de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería (ver anexo "H" – Lámina 07).

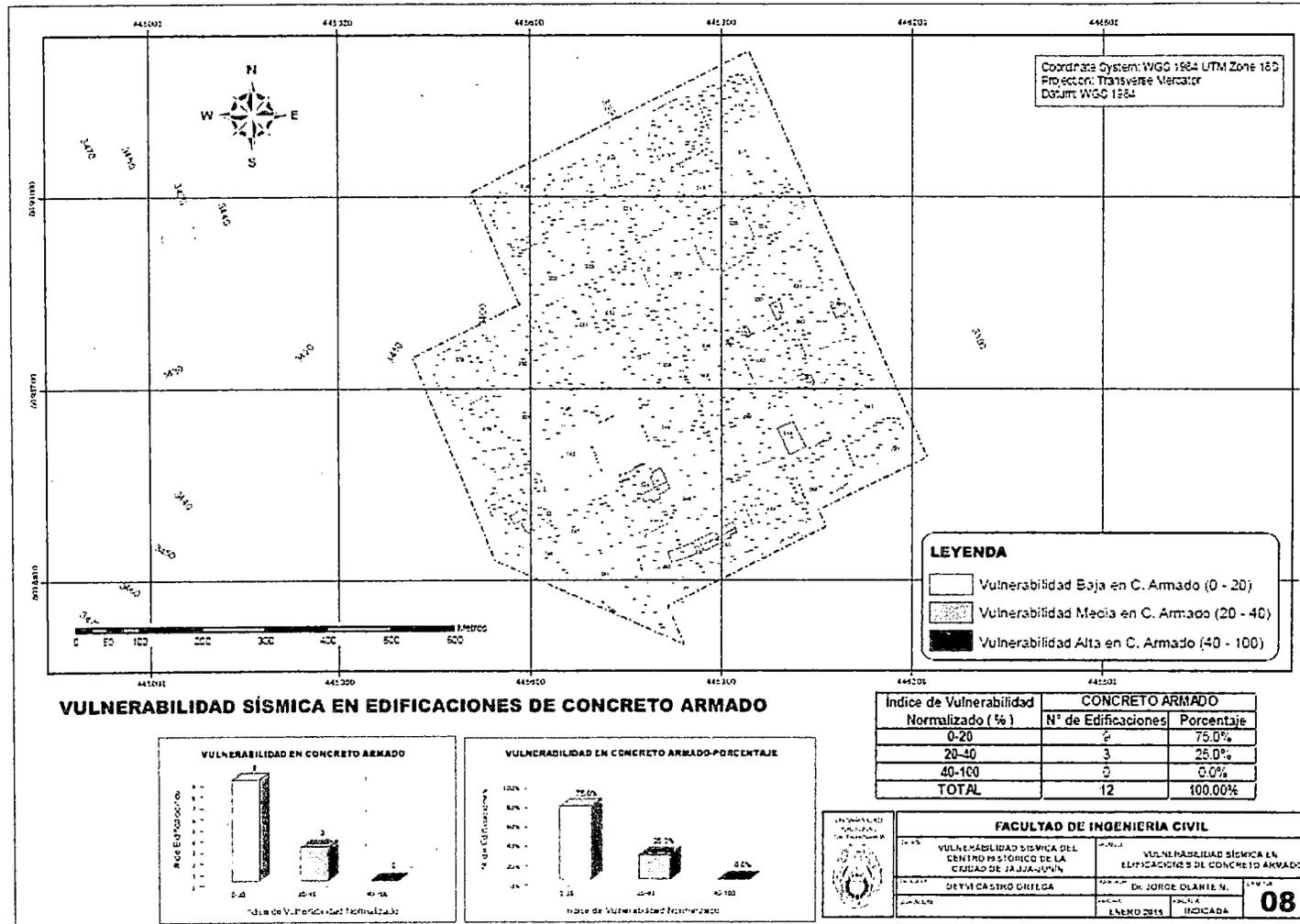


Figura 7.43.- Distribución de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería (ver anexo "H" – Lámina 08).

7.3. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DAÑO

Para estimar el daño estructural se calibró funciones de vulnerabilidad para las tipologías existentes en el ámbito de estudio, que relacionan el índice de vulnerabilidad (I_v) con el índice de daño, condicionado por las aceleraciones horizontales máximas del suelo debido a los sismos influyentes en el diseño de edificaciones, para periodos de retorno relacionados con la vida útil de la estructura.

Las edificaciones en el centro histórico de la ciudad de Jauja, son predominantemente: viviendas, bodegas, oficinas, hoteles, restaurantes, etc., por lo que se han usado sismos con un periodo de retorno influyente en la vida útil de estas edificaciones. Según el comité VISION 2000 (SEAOC, 1995), estos sismos se detallan en la tabla 7.18.

Tabla 7.18.- Sismos recomendados por el comité VISION 2000.

Sismo	Vida útil	Probabilidad de excedencia	Periodo de retorno
Frecuente	30 años	50%	45 años
Ocasional	50 años	50%	75 años
Raro	50 años	10%	475 años
Muy raro	100 años	10%	950 años

(Fuente: Comité VISIÓN 2000, 1995)

Así mismo el ATC-40 (1996), propone tres niveles de amenaza correspondiente a movimientos sísmicos, los cuales se muestran en la tabla 7.19; siendo SD el sismo de diseño, al cual le corresponde una aceleración esperada que usualmente se propone en los códigos para edificaciones convencionales y se espera que ocurra al menos una vez en la vida útil de la edificación.

Tabla 7.19.- Sismos propuestos por el ATC-40

Sismo	Vida útil	Probabilidad de excedencia	Periodo de retorno	Aceleración esperada	Probabilidad de ocurrencia
Servicio	50 años	50%	75 años	(0.5) SD	Frecuente
Diseño	50 años	10%	475 años	SD	Raro
Máximo	50 años	5%	950 años	(1.25-1.5)SD	Muy raro

(Fuente: ATC-40, 1996)

Según la distribución de isoaceleraciones estimadas en el capítulo VI, el centro histórico de la ciudad de Jauja, espera aceleraciones máximas de: 0,17 g para una probabilidad de ser excedida de 50% en 30 años, que corresponde al sismo frecuente, 0,20 g para una probabilidad de ser excedida de 50% en 50 años, que corresponde al sismo ocasional y 0,32g para una probabilidad de ser excedida de 10% en 50 años, que corresponde al sismo raro.

Haciendo uso de las aceleraciones halladas en el capítulo VI, de las propuestas por Alva - Castillo, Aguilar - Gamarra y de las tablas 7.18 - 7.19, se hallaron los siguientes sismos de diseño para diferentes períodos de retorno:

Tabla 7.20.- Aceleraciones máximas esperadas para distintos sismos en Jauja.
 Considerando: Alva-Castillo (1993), Visión 2000 (1995), ATC-40 (1996) y Aguilar-Gamarra (2009).

Sismo	Vida útil	Probabilidad de excedencia	Período de retorno	Acel. máxima esperada en roca
Frecuente	30 años	50%	45 años	0,17 g
Ocasional	50 años	50%	75 años	0,20 g
Raro	50 años	10%	475 años	0,32 g

(Fuente: Elaboración Propia)

7.3.1. Funciones de Vulnerabilidad

La función de vulnerabilidad de una estructura es aquella que describe gráfica o matemáticamente su vulnerabilidad para varias intensidades del movimiento del terreno, siendo estas intensidades utilizadas preferiblemente por valores tales como la aceleración máxima del terreno o grados en escalas macrosísmicas.

Conocido el comportamiento de varios tipos de estructuras expuestas a diferentes intensidades de excitación del suelo se realiza una proyección o predicción de los daños esperados que pueden ocurrir en las estructuras ante futuros eventos. Por esta razón las funciones de vulnerabilidad derivadas de la estimación de las pérdidas específicas de los elementos existentes pueden utilizarse como información básica para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo en general, pues conocida la amenaza sísmica y

la vulnerabilidad de las estructuras, por convolución de estas dos variables se estimara las pérdidas económicas.

Para estimar el daño estructural se construyó funciones de vulnerabilidad calibradas para las tipologías existentes en la zona de estudio, que relacionan el Índice de vulnerabilidad (Iv) con el índice de daño (ID), condicionado sobre las aceleraciones horizontales del suelo debido a un sismo propuesto. Se utilizó para la calibración, las funciones de vulnerabilidad empleadas por Quispe (Figura 7.44) y las relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción del proyecto SISRA (figura 7.45).

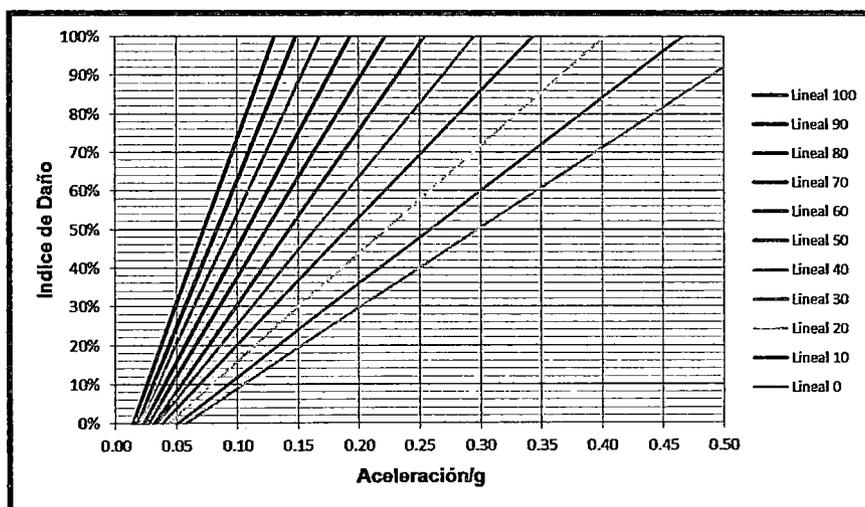


Figura 7.44.- Daño esperado en función de la aceleración horizontal de terreno y del índice de vulnerabilidad normalizado (Quispe N, 2004).

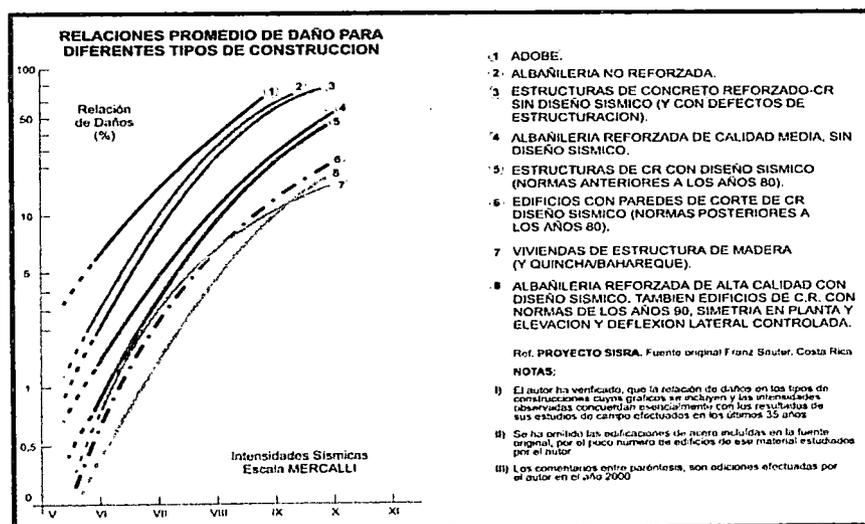


Figura 7.45.- Relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción del Proyecto SISRA. (Reducción de desastres – J. Kuroiwa).

7.3.2. Cálculo del Daño

Para la elaboración de los niveles de daño (tabla 7.21) que pueden sufrir diferentes clases de edificios después de un terremoto, se tomaron en cuenta las propuestas: del EERI (Earthquake Engineering Research Institute de California), del NHRC (Natural Hazards Research Centre, con sede en la Universidad de Macquarie en Australia), del ATC – 13, de Benedetti et al, de Park, Ang y Wen, N. Quispe (2004).

Tabla 7.21.- Niveles de daño propuesto en el presente estudio. Considerando EERI, NHRC, ATC-13, Benedetti, Park, Ang y Wen, Quispe.

Nivel de daño	Rango de Daño (%)	Definición
Ninguno	0 - 2.5	El daño en los elementos estructurales es despreciable, con pequeñas grietas en elementos no estructurales. No se requieren costos de reparación, el efecto en el comportamiento de la estructura es despreciable.
Ligero	2.5 – 7.5	El daño en los elementos no estructurales es generalizado, provocando inclusive desprendimiento de baldosas. Posible presencia de grietas en elementos estructurales como muros de carga, vigas o columnas, cuya reparación requiere la inversión de un pequeño porcentaje de la estructura, el efecto en el comportamiento de la estructura es mínimo.
Moderado	7.5 – 15	El daño en los elementos no estructurales es muy importante, se incrementa el costo de reparación. El daño en los elementos estructurales puede ser importante, afectando el comportamiento de la estructura en menor medida, sin embargo no corre peligro la estabilidad de la estructura.
Considerable	15 - 30	El daño en los elementos estructurales es importante, requiriendo grandes reparaciones, aunque no es necesario el desalojo del edificio. El costo de las reparaciones puede ser un porcentaje importante del costo la estructura.
Fuerte	30 - 60	El daño en los elementos estructurales es muy importante, poniendo en riesgo la estabilidad de la estructura. En la mayoría de los casos el costo de reparación puede ser un porcentaje muy importante del costo la estructura, se requiere el desalojo del edificio por seguridad.
Severo	60 - 90	El daño en los elementos estructurales es muy

		grande, la estabilidad de la estructura es precaria. El costo de reparación es igual o mayor al costo del edificio, se recomienda la demolición. En todo el tiempo se requiere el desalojo del edificio.
Colapso	90 - 100	Edificación declarada en ruina, colapso total.

(Fuente: EERI, NHRC, ATC-13, Benedetti, Park, Ang y Wen, Mosalam, Quispe)

En las Figuras 7.46, 7.47 y 7.48, se representa el daño esperado como una función de la aceleración horizontal de terreno y del índice de vulnerabilidad normalizado para cada tipología estructural existente en la zona de estudio. Las situaciones diferentes de vulnerabilidad mueven este valor desde una curva a otra, aumentando o disminuyéndola.

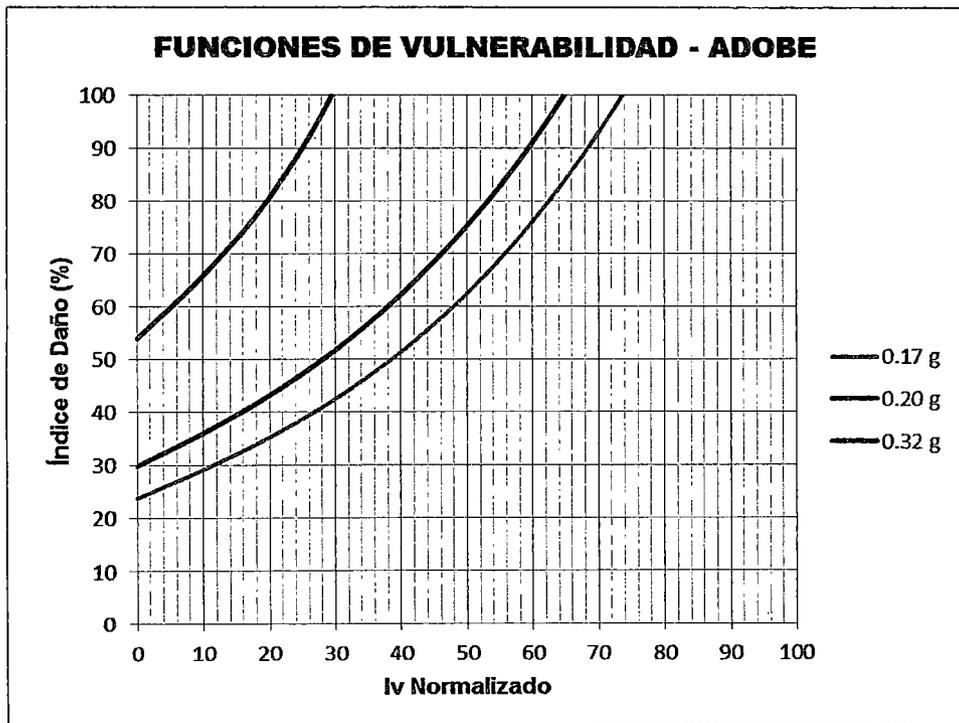


Figura 7.46.- Funciones de Vulnerabilidad para edificaciones de Adobe en el Centro Histórico de Jauja.

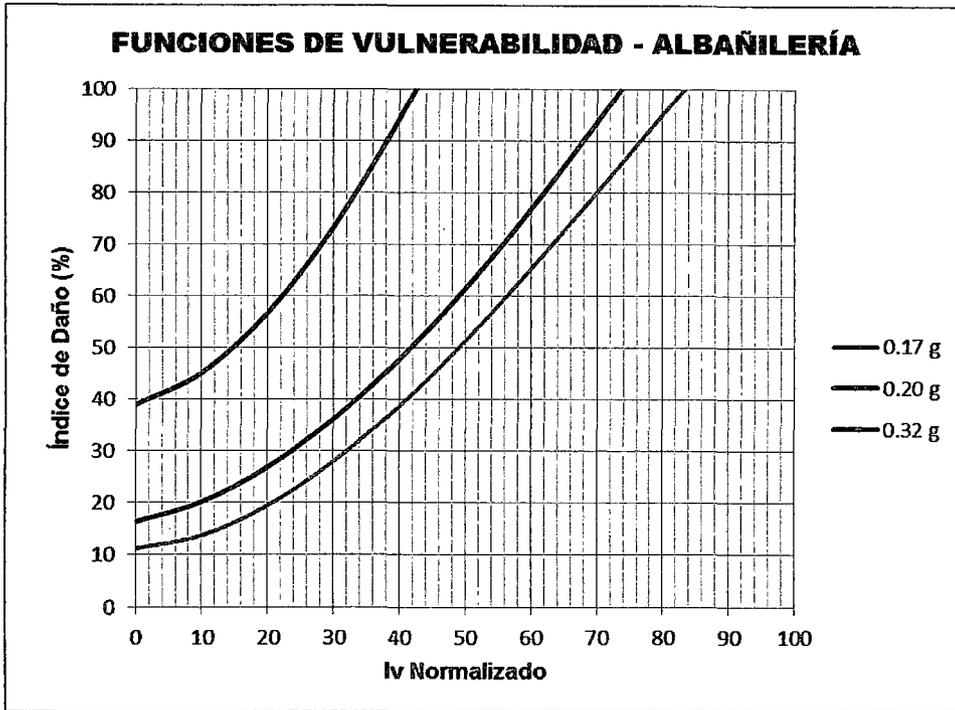


Figura 7.47.- Funciones de Vulnerabilidad para edificaciones de Albañilería en el Centro Histórico de Jauja.

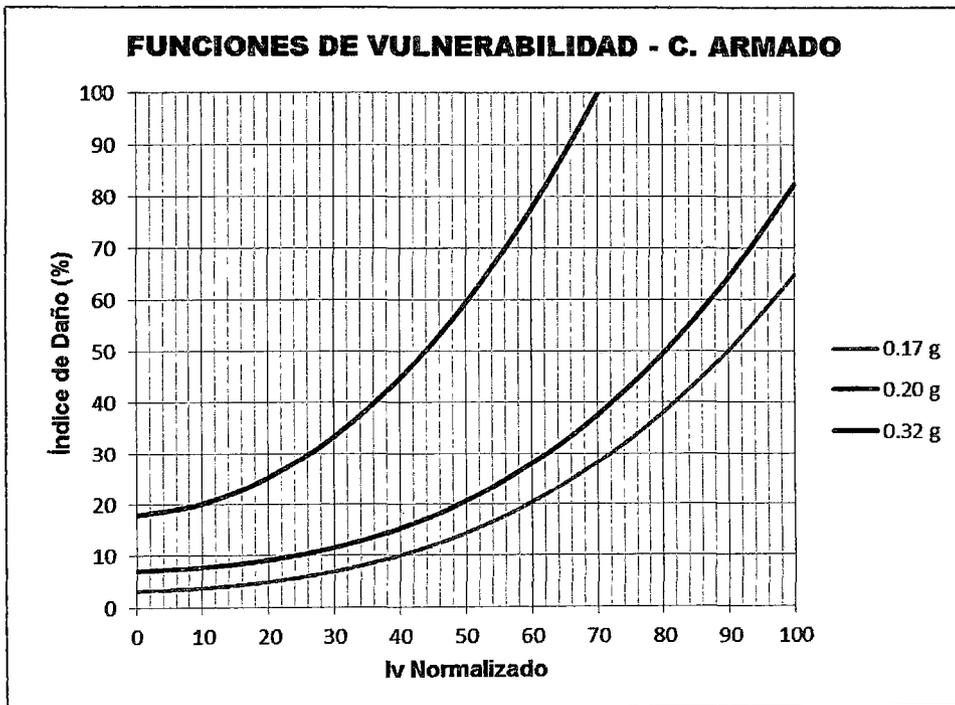


Figura 7.48.- Funciones de Vulnerabilidad para edificaciones de Concreto Armado en el Centro Histórico de Jauja.

Las funciones de vulnerabilidad de las Figura 7.44, 7.45 y 7.46 están representadas mediante una regresión polinómica de 3° grado expresado de la siguiente manera:

$$ID(\%) = aI_v^3 + bI_v^2 + cI_v + d \quad \dots\dots(7.1)$$

Tabla 7.22. Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de Adobe en el Centro Histórico de la Ciudad de Jauja

Aceleración	a	b	c	d
0.17 g	0.00008	0.0011	0.5167	23.86
0.20 g	0.00008	0.0025	0.5810	29.93
0.32 g	0.00050	-0.0100	1.1500	54.00

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 7.23. Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de Albañilería en el Centro Histórico de la Ciudad de Jauja

Aceleración	a	b	c	d
0.17 g	-0.00008	0.0186	0.0726	11.21
0.20 g	-0.00003	0.0160	0.2266	16.36
0.32 g	-0.00008	0.0293	0.3369	38.96

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 7.24. Valores de los coeficientes de las funciones de vulnerabilidad para los edificios de Concreto Armado en el Centro Histórico de la Ciudad de Jauja

Aceleración	a	b	c	d
0.17 g	0.00004	0.0018	0.0364	3.15
0.20 g	0.00005	0.0021	0.0427	7.10
0.32 g	0.00003	0.0133	0.0877	18.00

(Fuente: Elaboración Propia)

El rango de variación de los índices de vulnerabilidad calculados están comprendidos entre 0 - 382.5 y 0 - 94.12; Estos valores se dividieron por 3.825 y 0.9412 para obtener una gama normalizada de variación $0 < I_v < 100$. El índice de vulnerabilidad se usó como un paso intermedio para estimar el daño en las edificaciones bajo una acción sísmica especificada. El daño se expresa en una escala normalizada ($0\% < D < 100\%$) y representa el costo necesario para recuperar la condición inicial referido al valor real del edificio. Valores altos de "D" (90% - 100%) se consideraron equivalentes al colapso del edificio.

7.4. ANÁLISIS Y CÁLCULO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Los estudios de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico son temas delicados por las graves consecuencias que conllevan las catástrofes sísmicas, causando pérdidas de vidas humanas y pérdidas económicas dentro de la ciudad, siendo este último objeto del presente estudio.

Las pérdidas económicas ocasionadas por un terremoto son mayormente debido a las siguientes causas:

- Efectos directos, debido al daño estructural, como por ejemplo la falla de vigas, losas de entrepiso, columnas, muros de adobe, etc.
- Efectos indirectos, debido a elementos no estructurales o pérdidas debido al no funcionamiento del servicio (lo que en las compañías de seguro se denomina pérdidas por contenido y lucro cesante respectivamente).

Con fines prácticos, podemos estimar de manera rápida las pérdidas directas en las edificaciones mediante la siguiente expresión:

$$\text{Pérdida} = (\text{Nivel de daño estimado}) * (\text{costo de la edificación})$$

El costo de las edificaciones es generalmente calculada por el producto del área en planta, el número de pisos y el costo de la edificación por unidad de área. El costo varía generalmente dependiendo del tipo de material predominante, tipo de acabado, uso y de la zona geográfica de la edificación. Teniendo en cuenta estos parámetros, en esta evaluación se utilizó los valores unitarios oficiales para la sierra emitidos por el Consejo Nacional de Tasaciones (CONATA). La información necesaria para aplicar esta metodología incluye datos sobre tipo de: muros, techos, pisos, puertas y ventanas, revestimientos, baños, instalaciones eléctricas y sanitarias, uso de la edificación, material predominante y estado de conservación. Todas estas características están codificadas de acuerdo al cuadro de valores unitarios emitido por CONATA cada año (ver Anexo "F").

El índice de daño estimado en las edificaciones es un promedio para cada tipología respectiva y de igual manera para cada aceleración en roca, es decir se consideran todos los daños obtenidos de los tres diferentes escenarios de daño. Los resultados se muestran en la tabla 7.29.

Tabla 7.25. Porcentaje de daño promedio para cada aceleración y tipología del Centro Histórico de la ciudad de Jauja

Aceleraciones	Daño Promedio Estimado (%)		
	Adobe	Albañilería	C. Armado
0.17 g	51.79	17.18	4.88
0.20 g	62.68	24.13	9.14
0.32 g	100.00	51.93	25.06

(Fuente: Elaboración Propia)

El valor estimado total de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja, tanto de adobe, albañilería y concreto armado, sin considerar el contenido ni lucro cesante es de **S/. 73'808,675.31**, los valores desagregados se muestran en la tabla 7.26.

Tabla 7.26. Valor estimado total de las edificaciones del Centro Histórico de la ciudad de Jauja

Valor Total de la Construcción por Tipología		
Adobe	Albañilería	C. Armado
S/. 14'770,858.41	S/. 51'877,608.00	S/. 7'160,208.90

Valor estimado total de edificaciones: S/. 73'808,675.31

(Fuente: Elaboración Propia)

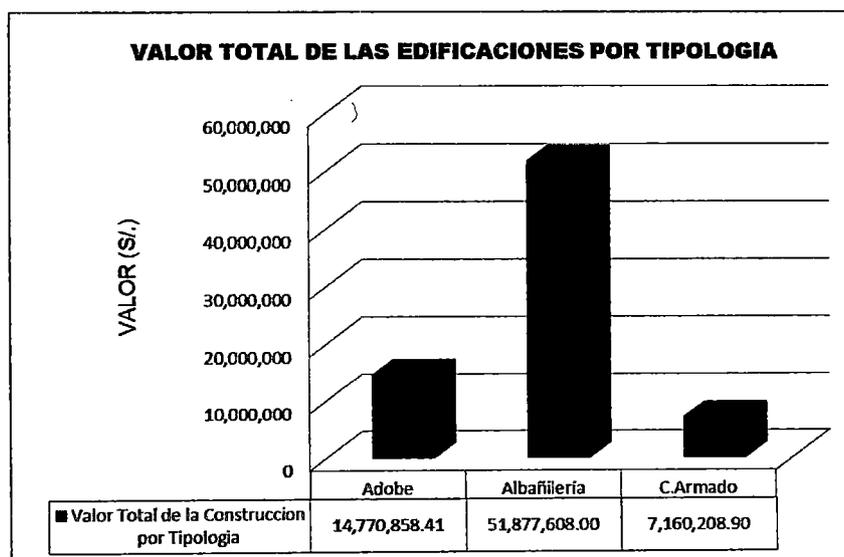


Figura 7.49.- Pérdidas económicas en el Centro Histórico de la Ciudad de Jauja.

Los valores de los índices de daño promedio (para cada aceleración probable), los costos de las edificaciones (para cada tipología) y el porcentaje de pérdidas económicas se utilizaron para determinar las

pérdidas económicas totales en el centro histórico de la ciudad de Jauja, los cuales se muestran en la tabla 7.27.

Tabla 7.27. Pérdidas económicas totales de las edificaciones del Centro Histórico de la ciudad de Jauja

Aceleración probable	0.17 g	0.20 g	0.32 g
% de Pérdidas Económicas	22.92%	30.39%	58.94%
Pérdidas Económicas Totales	S/.16'913,774.01	S/.22'428,604.76	S/.43'503,796.66

(Fuente: Elaboración Propia)

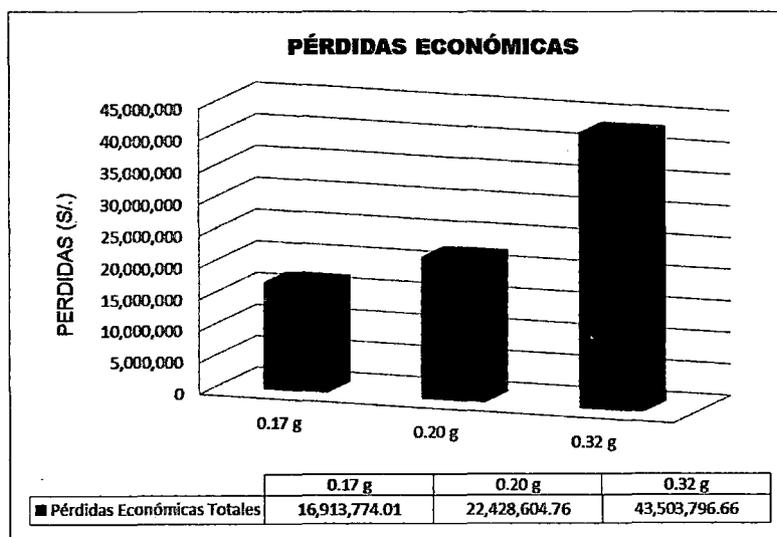


Figura 7.50.- Pérdidas económicas totales para cada aceleración probable.

El escenario de daño para una aceleración probable de sismo frecuente (0.17 g) ocasionaría pérdidas de aproximadamente 22.92% equivalente a S/. 16'913,774.01; para el sismo ocasional (0.20 g) se espera una pérdida del 30.39% equivalente a S/. 22'428,604.76 y para el sismo raro (0.32 g), se estiman las pérdidas en 58.94% equivalente a S/. 43'503,796.66.

7.5. RESUMEN

En el presente capítulo se abarcan definiciones y resultados de los siguientes términos: Cálculo del Índice de Vulnerabilidad, Cálculo del índice de Daño, Análisis y Cálculo de Pérdidas Económicas, Pérdida Máxima Probable Social (PML social). Todas estas definiciones tienen por objeto ayudar a conocer los aspectos que involucra la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del Centro Histórico de la Ciudad de Jauja.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Se calcularon los índices de vulnerabilidad para las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja. Se aplicaron dos ecuaciones: una para las edificaciones de adobe y albañilería, y otra para los edificios de concreto armado. Se presenta un resumen de los resultados obtenidos calificando la clase a la cual pertenecen las edificaciones en cada uno de los 11 parámetros, de acuerdo a la base de datos procesada en el ámbito de estudio.

Una vez evaluado el índice de vulnerabilidad (I_v) para cada edificación, el cual varía de 0 a 382.5 para mampostería y de 0 a 94.12 para concreto armado, según la metodología propuesta, se procede a normalizar el índice de vulnerabilidad (I_{vn}), en un rango de 0 a 100. Para poder interpretar mejor los resultados obtenidos se definieron los rangos de vulnerabilidad: Vulnerabilidad Baja (0-20), Vulnerabilidad Media (20-40) y Vulnerabilidad Alta (40 - 100). Presentando el 24.48% (249 edificaciones) del total de la edificaciones una Vulnerabilidad Baja, el 51.13% (520 edificaciones) Vulnerabilidad Media y el restante 24.39% (248 edificaciones) Vulnerabilidad Alta.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DAÑO

Para estimar el daño estructural se calibró funciones de vulnerabilidad para las tipologías existentes (adobe, albañilería y concreto armado) en el ámbito de estudio, que relacionan el índice de vulnerabilidad (I_v) con el índice de daño (I_D), condicionado por las aceleraciones horizontales máximas (0.17g, 0.20g y 0.32g) del suelo debido a los sismos influyentes en el diseño de edificaciones, para periodos de retorno relacionados con la vida útil de la

estructura correspondientes a 45 años (sismo frecuente), 75 años (sismo ocasional) y 475 años (sismo raro).

Para la elaboración de la tabla de niveles de daño que pueden sufrir diferentes clases de edificaciones después de un terremoto, se tomaron en cuenta las propuestas de: EERI, NHRC, ATC – 13, Benedetti, Park, Ang y Wen, N. Quispe. Esta tabla presenta siete (07) rangos de daño: Ninguno (0-2.5%), Ligeramente (2.5-7.5%), Moderado (7.5-15%), Considerable (15-30%), Fuerte (30-60%), Severo (60-90%) y Colapso (90-100%).

ANÁLISIS Y CÁLCULO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Las pérdidas económicas ocasionadas por un terremoto son mayormente debido a las siguientes causas: **Efectos directos**, debido al daño estructural, como por ejemplo la falla de vigas, losas de entrepiso, columnas, muros de adobe, etc. **Efectos indirectos**, debido a elementos no estructurales o pérdidas debido al no funcionamiento del servicio (lo que en las compañías de seguro se denomina pérdidas por contenido y lucro cesante respectivamente).

El costo de las edificaciones es generalmente calculada por el producto del área en planta, el número de pisos y el costo de la edificación por unidad de área. El costo varía generalmente dependiendo del tipo de material predominante, tipo de acabado, uso y de la zona geográfica de la edificación. Teniendo en cuenta estos parámetros, en esta evaluación se utilizó los valores unitarios oficiales para la sierra emitidos por el Consejo Nacional de Tasaciones (CONATA). La información necesaria para aplicar esta metodología incluye datos sobre tipo de: muros, techos, pisos, puertas y ventanas, revestimientos, baños, instalaciones eléctricas y sanitarias, uso de la edificación, material predominante y estado de conservación. Todas estas características están codificadas de acuerdo al cuadro de valores unitarios emitido por CONATA cada año.

Con fines prácticos, podemos estimar de manera rápida las pérdidas directas en las edificaciones mediante la siguiente expresión: Pérdida = (Nivel de daño estimado) * (costo de la edificación).

El valor estimado total de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja, tanto de adobe, albañilería y concreto armado, sin considerar el

contenido ni lucro cesante es de S/. 14'770,858.41, S/. 51'877,608.00 y S/. 7'160,208.90 respectivamente; sumando en conjunto un total de S/. 73'808,675.31.

El escenario de daño para una aceleración probable de sismo frecuente (0.17 g) ocasionaría pérdidas de aproximadamente 22.92% equivalente a S/. 16'913,774.01; para el sismo ocasional (0.20 g) se espera una pérdida del 30.39% equivalente a S/. 22'428,604.76 y para el sismo raro (0.32 g), se estiman las pérdidas en 58.94% equivalente a S/. 43'503,796.66.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

La evaluación del riesgo sísmico es un tema trascendente por las graves consecuencias que conlleva vivir con un peligro potencial, como los sismos, ya que no solo provocan daños a las estructuras, sino que causan pérdidas de vidas humanas:

- El método del índice de vulnerabilidad es el adecuado para ser implementado y adaptado en grandes ciudades (aplicación a centros urbanos), debido a que permite evaluar aspectos técnicos de una manera rápida, bastante aproximada y de bajo costo en su aplicación.
- Para la evaluación del daño en las edificaciones del área en estudio, es necesario elaborar funciones de vulnerabilidad adecuadas a las tipologías estructurales existentes en la zona de análisis, debido a que estas funciones plasmarán resultados más confiables y reales en el ámbito de estudio.
- El método del Índice de Vulnerabilidad ha permitido elaborar una base de datos con información de la gran mayoría de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Jauja.
- Los parámetros más importantes y de mayor incidencia en la evaluación de las edificaciones, tanto en el cálculo del índice de vulnerabilidad como en la estimación de pérdidas económicas directas son: tipo y organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente y resistencia convencional.
- Se utilizó una metodología adaptada a la realidad peruana, en este caso al centro histórico de la ciudad de Jauja, el cual se puede utilizar en zonas urbano marginales, donde la construcción de viviendas tengan predominancia por la mampostería.
- La aplicación del método del Índice de Vulnerabilidad a un conjunto de edificaciones, no es recomendable si no se dispone de una herramienta de almacenamiento, análisis y gestión de un volumen grande de información como lo es el Sistema de Información Geográfica (SIG).
- El Sistema de Información Geográfica, es una herramienta de alto nivel y de fácil manejo ya que permite manipular y gestionar toda la información disponible.

- La alta vulnerabilidad de las edificaciones de adobe se debe su antigüedad, a que ofrecen una baja resistencia convencional, además que no poseen ductilidad. Esto sumado a la presencia de humedad en los muros, ocasiona que los enlaces entre las partículas de arcilla del adobe se debiliten, lo que origina un pésimo comportamiento sísmico en dichas edificaciones.
- En algunas edificaciones de albañilería pudo notarse una inadecuada técnica constructiva generando un deficiente comportamiento sísmico. Presentan arriostamiento vertical deficiente entre muros y columnas.
- Se encontró un gran porcentaje de lotes construidos con mampostería que tienen una deficiente densidad de muros en una de sus direcciones (paralelo a la fachada), lo que contraviene a la norma NTE – 070, en donde se especifica que los edificios tengan por lo menos una densidad mínima de muros en cada dirección, y que la resistencia que aportan estos muros, sea por lo menos igual a la fuerza cortante que imprime el sismo severo en el piso en análisis.
- El 64.8% de las edificaciones de adobe presentan vulnerabilidad media y el restante 35.2% presenta vulnerabilidad alta. Las edificaciones de albañilería el 79.2% presentan vulnerabilidad baja, el 20.5% presenta vulnerabilidad media y con respecto a las edificaciones de concreto armado el 75.0% presenta vulnerabilidad baja y el 25.0% presenta vulnerabilidad media. De esta manera se infiere que la totalidad de las edificaciones de adobe presentan vulnerabilidad media con tendencia a alta. Las edificaciones de albañilería y concreto armado presentan vulnerabilidad entre baja a media.
- Los datos geológicos y geotécnicos han consistido en la recopilación de las cartas geológicas 24-l y 24-m de los cuadrángulos de Oroya y Jauja respectivamente (INGEMMET), la recopilación de datos de calicatas y ensayos de laboratorios de mecánica de suelos, los cuales sirvieron conjuntamente con los resultados obtenidos del ensayo de microtrepidaciones, para determinar y definir las zonas geotécnicas sísmicas del centro histórico de la ciudad de Jauja, de acuerdo a las características físico – mecánicas y dinámicas del suelo de fundación.

- El suelo en la ciudad de Jauja se encuentra ubicada sobre depósitos lacustres-aluviales de topografía suave, compuesta de detritos finos (arcilla, limo y arena) con un suelo que a nivel de cimentación es de tipo arcilloso semicompacto de alta plasticidad y limos-arcillosos semi blandos. La capacidad admisible de la zona, en promedio es de $q_{adm}=1.00 \text{ kg/cm}^2$ a un nivel de - 2.00 a -3.00 m aproximadamente.

Como las posibles áreas de expansión no presenta diferencias de consideración en sus características de compacidad y consistencia puede ser considerada como homogénea. Sin embargo, se exigirá un posterior estudio de suelos de la zona elegida en vista de con contarse con los suficientes registros de las características generales del subsuelo de la zona en estudio:

- El peligro sísmico para un período de exposición sísmica de 30 años y una probabilidad de excedencia del 50% ($T_r = 45$ años) para la ciudad de Jauja es una aceleración máxima esperada de 0.17 g; para una vida útil de 50 años y una probabilidad de excedencia del 50% ($T_r = 75$ años) la aceleración máxima esperada es de 0.20 g, mientras que para una probabilidad de excedencia del 10% ($T_r = 475$ años) y una vida útil de 50 años, la aceleración máxima esperada es de 0.32 g.
- El escenario de daño para una aceleración probable de sismo frecuente (0.17 g) ocasionaría pérdidas del 22.9% equivalente a S/. S/.16' 913,774; para el sismo ocasional (0.20 g) se espera una pérdida del 30.4% equivalente a S/.22' 428,604 y para el sismo raro (0.32 g), se estiman las pérdidas en 58.9% equivalente a S/.43' 503,796.

8.2. RECOMENDACIONES

Para la aplicación de este tipo de evaluaciones a otras estructuras o infraestructuras como las líneas vitales y en general para su utilización a nivel departamental de Junín, es imprescindible la participación de las entidades estatales como el Gobierno Regional de Junín, Municipalidades Provinciales y Distritales, Universidades e INDECI.

De la experiencia obtenida en la ejecución del presente estudio de investigación, se pone de manifiesto la dificultad de este tipo de estudios de vulnerabilidad sísmica. La única herramienta disponible eficaz para reducir el daño sísmico está en la reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones y ello pasa por un conocimiento de la misma.

- Es conveniente desarrollar funciones de vulnerabilidad propias para diversas zonas de la región Junín, para poder determinar una función de vulnerabilidad general, siempre y cuando las características de las zonas sean homogéneas, caso contrario se deberá independizar dichas funciones en cada zona. Sin embargo éstas funciones de vulnerabilidad se obtienen haciendo un levantamiento de daños, el cual se hace inmediatamente después de ocurrido algún evento sísmico.
- Se debe de desarrollar investigaciones para determinar la vulnerabilidad sísmica de otro tipo de construcciones como instituciones educativas, puentes, y carreteras; para lograr estos objetivos se deben realizar ensayos, modelamientos estructurales y aplicar metodologías acorde con la situación real de las mencionadas estructuras.
- Aplicar otras metodologías de análisis de vulnerabilidad sísmica para comparar los resultados obtenidos, que incorporen parámetros básicos de la acción sísmica en las estructuras, como son la aceleración del suelo, desplazamientos, velocidades espectrales, dependiendo del tipo de edificación.
- Promover sistemas de actualización automática de las bases de datos, aprovechando los mecanismos que la administración pública del estado y municipalidades disponen para ello.

- Utilizar los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación para trabajos futuros, principalmente la base de datos, la cual deberá de ser implementada y actualizada periódicamente.
- Incorporar a la base de datos información anual económica y del valor de las instalaciones, edificios y servicios para alimentar un módulo de evaluación más real del costo.
- Verificar la vigencia de calibración del equipo que se utiliza para el ensayo de microtrepidaciones, ya que este debe estar en continuo mantenimiento.
- Se recomienda realizar el ensayo de microtrepidaciones para toda el área de la ciudad de Jauja (distritos de Jauja, Yauyos y Sausa), para poder conocer y caracterizar el comportamiento dinámico del suelo en toda la ciudad.
- Realizar ensayos de refracción sísmica principalmente en las capitales de las provincias de la región Junín, para determinar los parámetros dinámicos del perfil estratigráfico del subsuelo de dichas zonas y así determinar el factor de amplificación dinámica (FAD) del suelo de fundación.
- Realizar un trabajo de capacitación para explicar a la población del peligro potencial con el cual están viviendo y las acciones que deberían aplicarse antes, durante y después de un terremoto. Las entidades que llevarían a cabo esta capacitación serían la Municipalidad Provincial de Jauja, Gobierno Regional de Junín, INDECI.
- La Municipalidad Provincial de Jauja, mediante el órgano correspondiente y de acuerdo a sus facultades y capacidades, debería asumir la función de inspeccionar las numerosas construcciones que a diario se realizan en la ciudad, pues muchas de éstas no son supervisadas durante su ejecución, cometándose irregularidades en el proceso constructivo, lo que conlleva que la edificación sea muy vulnerable.
- Es fundamental transferir la base de datos generados en el presente estudio a los organismos con responsabilidad de gestión de la protección civil y en la planificación de gestión de emergencia, contribuyendo a la

elaboración de los planes de mitigación. Esta base de datos contempla los siguientes aspectos: análisis de vulnerabilidad, análisis de daño, tipología, número de pisos, estimación de pérdidas económicas, zonificación sísmica-geotécnica, áreas de mayor y menor vulnerabilidad dentro del centro histórico, entre otros (Ver anexo "I" y "H").

- Se debe recomendar al Ministerio de Educación la prohibición del funcionamiento de centros educativos (de educación inicial, primaria y secundaria) en edificaciones antiguas de adobe de más de 20 años y con el agravante de tener dos o más pisos. Si fuera el caso de que la mayoría de centros educativos funcionan dentro de estas edificaciones, la municipalidad y el estado están en la capacidad de elaborar un plan de intervención que posibilite la reubicación de los mismos en zonas no vulnerables. Este plan contemplaría las consideraciones establecidas en el plan de desarrollo urbano de la ciudad de Jauja y la base de datos generados en la presente tesis.

Toda la información generada en la presente evaluación de la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja, será de mucha utilidad en la implementación del sistema catastral. El sistema catastral debería enfocarse y aprovecharse como planeamiento urbano y soporte financiero.

El catastro adecuadamente administrado y enfocado sirve para la planeación urbana teniendo como base un estudio de microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad, es decir habiendo realizado un mapa de zonificación sísmica geotécnica y con los mapas de escenarios de daño, se cuenta con buena información para realizar la planeación urbana. Lo expuesto funcionaría mucho mejor si se tuviese el sistema catastral enfocado como un Sistema de Información Geográfica (SIG) con una buena base de datos, la misma que se podría empezar a implementar y actualizar basándose en la que se ha generado en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Meléndez Armando, "CRISIS 99.1 Sistema de cómputo para el cálculo del peligro sísmico", Tesis para optar el grado de magister en ingeniería (estructuras) UNAM, México, 2001.
2. Alfaro Soto Alejandro Altair, "Peligro sísmico en el segmento norte de la región del Maule - Chile", Memoria para optar el Título de Geólogo. Santiago, Chile, 2011.
3. Arteaga Limache Jaime Martin, "Microzonificación para la prevención y mitigación de desastres de la ciudad de Jauja", Tesis de grado para optar Título Profesional, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 1996.
4. Alva Hurtado Jorge, "Banco de datos de mapas de isosistas en el Perú". Sección de posgrado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 2005.
5. Alva Jorge, Escalaya Miriam, "Actualización de los parámetros sismológicos en la evaluación del peligro sísmico en el Perú". XIX Simposio internacional del CISMID: Últimos avances en la ingeniería sísmica y gestión del riesgo de los desastres, Lima, Perú, 2003.
6. ATC-14, "Evaluating the seismic resistance of existing buildings. National science foundation of San Francisco", California, USA, 1987.
7. ATC-22 / FEMA 178, "A Handbook for seismic Evaluation of existing Building", Washington, USA, 1989.
8. Bommer J., Salazar W. y Samayoa R., "Riesgo sísmico en la región metropolitana de San Salvador". Programa salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente (PRISMA).
9. Bonilla F., Ruiz M, "Evaluación del peligro sísmico en el Ecuador". Tesis de grado, escuela politécnica nacional de Quito, Ecuador, 1992.
10. Caicedo C., Canas J., Barbat A., "Vulnerabilidad sísmica de edificios existentes, aplicación a Cataluña". Universidad politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 1992.
11. Caicedo C., "Vulnerabilidad sísmica en zonas urbanas, aplicación a un sector de Barcelona". Tesis doctoral, escuela técnica superior de ingenieros

- de caminos, canales y puertos, universidad politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 1993.
12. Cano Saldaña Leonardo, "El método de las microtrepidaciones como aporte a la microzonificación sísmica de ciudades caso Armenia". Universidad de los andes, Bogotá, Colombia, 1996.
 13. Casaverde L., Vargas J., "Zonificación sísmica del Perú". II Seminario latinoamericano de ingeniería sismorresistente, organización de estados americanos y pontificia universidad católica del Perú, Lima, Perú, 1980.
 14. Castillo Aedo Jorge, "Peligro sísmico en el Perú". Tesis de grado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 1994.
 15. Cornell A., "Engineering seismic risk analysis. Bulletin of the seismological society of America", Vol. 58, N° 5, PP. 1538-1606, 1968.
 16. CISMID-UNI, "Vulnerabilidad sísmica del distrito de la Molina". Lima, Perú, 2002.
 17. CISMID-UNI. "Zonificación geotécnica sísmica de la ciudad de Moquegua". Concurso Santiago Antúnez de Mayolo, proyecto 385-2001-CONCYTEC-AOJ, Lima, Perú, 2002.
 18. CISMID-UNI "Estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico en 10 distritos de la gran Lima y Callao". APESEG/CISMID-EVR-LYC, Lima, Perú, 2003.
 19. Chavarría D. y Gómez D. "Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de 1 y 2 pisos del barrio cuarto de legua en el cono cañaveralejo". Tesis de grado, escuela de ingeniería civil y geomática, universidad del valle, Colombia, 2001.
 20. ESRI. "ARCVIEW GIS". Environmental systems research institute, Inc. USA, 1996.
 21. Gamarra Rivera Carlos, "Nuevas fuentes sismogenicas para la evaluación del peligro sísmico y generación de espectros de peligro uniforme en el Perú". Tesis de grado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 2009.
 22. Hammer J., Zavala C., Sánchez R., "El terremoto del 23 de junio del 2001 en el sur del Perú". Informe sobre el reconocimiento del 27 al 30 de agosto del 2001 en las zonas afectadas (Tacna, Moquegua y Arequipa), 2001.

23. Humala Barbier Percy, "Vulnerabilidad sísmica del Centro Poblado Medio Mundo - Végueta - Huaura con aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG)", Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2012.
24. INDECI-Peru "Poyecto INDECI-PNUD PER/02/051": Ciudades sostenibles del Peru, 2003.
25. Instituto Geológico Minero y Metalurgico (INGEMMET), "Estudio geológico de los andes del Perú Central", Boletín N°8, Lima, Perú, 1979.
26. Instituto Geológico Minero y Metalurgico (INGEMMET), "Geología del cuadrángulo de Jauja", Boletín N°48, Lima, Perú, 1994.
27. Jiménez J. "Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación". Tesis de grado de maestría, escuela politécnica nacional de Quito, Ecuador, 2002.
28. Julca J., Orbegoso C., "Riesgo sísmico en el centro histórico de Chiclayo". Tesis de grado, universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Perú, 2008.
29. Kanai K., Tanaka T., "On microtemors". VIII Bull earthquake Res., Inst. Tokyo Univ., 39, 97-114, 1961
30. Kanamori, H. "Magnitude scale and quantification of earthquakes. Tectonophysics", Vol. 93, PP. 185-199, 1983.
31. Kawasumi H., Shima E. "Spectra of microtremors observed in the city of anchoraje and their relation to soils". Earthquake research institute, the university of Tokyo, Japan, 1964.
32. Kramer, S. "Geotechnical earthquake engineering", University of Washington, USA, 1996.
33. Kuroiwa Julio, "Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza". Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID-UNI), Lima, Perú, 2002.
34. Lantada Zarzosa Nieves "Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS aplicación a la ciudad de Barcelona". Tesis doctoral, universidad politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2007.

35. Marín Guillen Félix, "Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de la ciudad de Huánuco", Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Estructural FIC-UNI. Lima, Perú, 2012.
36. Martínez L., Alfaro A., "Avances en la microzonificación sísmica de Ibagué Colombia-datos de campo". Instituto geofísico de la universidad javeriana, 2001.
37. Mena Hernández Ulises, "Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas" Tesis doctoral, departamento de ingeniería del terreno, cartográfica y geofísica, universidad politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2002.
38. Moreno Llacza Rodolfo, "Vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Moquegua". Tesis de grado, UNI, Lima, Perú, 2002.
39. Nicoletti A., Matzamura G., Freeman S., "Seismic Design Guidelines for Essential Buildings", proceedings of the 8WCEE, vol. I, pp. 715-722, New Jersey, USA, 1984.
40. Ochoa José, Rodríguez Leonardo, "Análisis y diseño de un sistema de información geográfica para la administración del catastro multipropósito", Universidad distrital Francisco José de Caldas en convenio con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC – CIAF, Bogotá, Colombia, 2009.
41. Olaya Víctor, "Sistemas de Información Geográfica", versión 1.0, 2011.
42. Olarte Navarro Jorge, "Bases técnicas para la estimación de pérdidas con fines de seguros de terremoto". Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID), UNI, Lima, Perú, 2005.
43. Olarte J., Zavala C., Aguilar Z., Vásquez G., Escobar R., "Estimación de la pérdida máxima probable PML en 10 distritos de la gran Lima y Callao: Aplicación a la industria aseguradora peruana". Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID), UNI, Lima, Perú, 2003.
44. Pool David, "Estudio de la vulnerabilidad sísmica del distrito del Rímac, análisis del problema y medidas de mitigación", Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2006.
45. Pretell Ductram Anthony Renmin, "Microzonificación sísmica para el ámbito de la ciudad de Pisco y distritos de San Clemente, Túpac Amaru, San

- Andrés y Paracas”, Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2014.
46. Quispe Aucapuclla Norbertt, “Evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Ayacucho”. Tesis de posgrado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 2004.
47. Quispe Gamero Mileyvi, “Métodos geofísicos para caracterización dinámica de suelo - amplificación sísmica en la ciudad de Tambo de Mora”, Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2009.
48. Ramírez Magán Alfredo, “Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del distrito de San Miguel”, Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2002.
49. Rodríguez Zavaleta Juan Manuel, “Aplicación del método italiano del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas del asentamiento humano El Altillo en el distrito del Rímac”, Tesis de grado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 2005.
50. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma técnica diseño sismorresistente (E.030), concreto armado (E.060), albañilería (E.070), adobe (E.080), Lima, Perú, 2006.
51. Reyes N., Sarria A., Maltez J., “Metodología para la determinación de la vulnerabilidad Sísmica en edificaciones”, 2002.
52. Rivera J., Pique J., Morales R., “Diseño estructural sismorresistente”. Instituto de la construcción y gerencia (ICG), Lima, Perú, 2002.
53. Sánchez Recuay Roberto, “Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el distrito de San Juan de Lurigancho: comportamiento sísmico de las construcciones de tierra”, Tesis de grado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima, Perú, 2003.
54. Santibáñez Matamala Oscar, “Evaluación del peligro sísmico uniforme en la región de los Ríos usando enfoques probabilista y determinista”. Tesis de grado para optar el Título Profesional en la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 2013.
55. Sandoval Gómez Víctor, “Estudio de la robustez de la estimación espectral de la técnica H/v de Nakamura para estudios de caracterización dinámica de

- suelos". Tesis de grado para optar el Título Profesional en la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 2013.
56. Silgado Ferro Enrique, "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)". Instituto de geología y minería, boletín No. 3, serie C, geodinámica e ingeniería geológica, Lima, Perú, 1978.
57. Silgado Ferro Enrique, "Investigación de la sismicidad histórica en América del Sur en los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX". CONCYTEC, Lima, Perú, 1992.
58. Tavera Hernando, "Peligro sísmico en Lima y el país". Centro nacional de datos geofísicos del IGP.
59. Yépez F. "Vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería para estudios de riesgo sísmico". Tesis de máster, escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos, universidad politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 1994.

ANEXOS

ANEXO "A"

DESCRIPCIÓN DE LOS 11 PARÁMETROS DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD Y FICHAS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Descripción de parámetros y de las clases A, B, C y D que representan la condición de calidad

Para asignar las clases A, B, C, D a cada uno de los parámetros de la metodología, se tuvo en cuenta lo expuesto en la metodología original, las recomendaciones presentadas en el R.N.E., estudios anteriores y visitas de campo.

Parámetro 1.- Tipo y organización del sistema resistente.

Para las edificaciones de adobe y albañilería, se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Además se hace un especial énfasis en el uso de la norma de diseño sismorresistente para la construcción de la edificación, así como la intervención de un profesional con experiencia.

En los edificios de concreto armado ocurre lo mismo, es decir, la aplicación de la norma de diseño sismorresistente es muy importante, pues dicho parámetro analiza las características del sistema resistente. También se considera la participación de un profesional con experiencia.

Por lo tanto el parámetro 1, se asignara de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

ADOBE.

A: Edificaciones de adobe según la Norma E-080.

B: Edificaciones de adobe con elementos de arriostre horizontales y verticales; pero sin asesoramiento técnico.

C: Edificaciones de adobe sin elementos de arriostres en sus 4 lados, sin asesoría técnica, pero con adecuada distribución de muros y regularidad.

D: Edificaciones de adobe sin elementos de arriostres en sus 4 lados, sin asesoría técnica y sin adecuada distribución de muros. Edificaciones de quincha y tapial.

ALBAÑILERÍA.

- A: Edificación de albañilería que cumplan con la norma E-070.
- B: Edificación que no cumple con al menos un requisito de la norma E-070.
- C: Edificación que presenta vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes debido a deficiencias en el proceso constructivo.
- D: Edificación sin vigas y columnas de confinamiento o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica. Paredes ortogonales deficientemente conectadas.

CONCRETO ARMADO.

- A: Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
- B: Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
- C: Sin asesoría técnica.

Parámetro 2.- Calidad del sistema resistente.

Para las edificaciones de adobe y albañilería con este parámetro se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando de modo cualitativo su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de una edificación a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: Primero, el tipo de material y la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Segundo, la homogeneidad del material y de las piezas (bloques, ladrillos de arcilla o mortero-cemento, ya sean pre fabricados, cocidos o con un leve refuerzo) por toda el área del muro.

En edificios de concreto armado se evalúa de una forma similar la calidad del sistema resistente, considerando además características como la mano de obra o la calidad de ejecución que estarán evaluados por la presencia de una asistencia técnica adecuada.

ADOBE.

A: El sistema resistente presenta las siguientes tres (03) características:

- Muros de piezas homogéneas y de dimensiones constantes.
- Adecuado trabazón (amarre) entre las unidades de adobe.
- Mortero de barro con espesor continuo y homogéneo en las juntas.

B: El sistema resistente no presenta 1 de las características de la clase A.

C: El sistema resistente no presenta 2 de las características de la clase A.

D: El sistema resistente no presenta ninguna de las características de la clase A.

ALBAÑILERÍA.

A: El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:

- Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes en toda el área del muro.
- Adecuado trabazón (amarre) entre las unidades de albañilería.
- Mortero de buena calidad con espesor entre 9 y 12 mm.

B: El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.

C: El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.

D: El sistema resistente no presenta ninguna de las características de la clase A.

CONCRETO ARMADO.

A: Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y proceso constructivo adecuado.

B: Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y proceso constructivo adecuado.

C: Materiales y proceso constructivo deficiente.

Parámetro 3.- Resistencia convencional.

Para las edificaciones de adobe y albañilería se requieren cálculos sencillos, pero conceptualmente importantes. Utilizando la hipótesis del comportamiento de

estructura ortogonal y cerrada (tipo cajón), se puede evaluar con bastante fiabilidad la resistencia que puede presentar un edificio frente a cargas horizontales.

a) Para estructuras de adobe.

- Área de planta típica: A_p
- Número de pisos: N
- Peso promedio de la planta: W
- Peso total del edificio: $P = W * A_p * N$
- Esfuerzo cortante promedio en muros: $\sigma_k = \frac{V}{A_m}$

$$\sigma_k * A_m = V$$

$$\sigma_k * A_m = (S * U * C) * W * A_p * N$$

$$\frac{\sigma_k * A_m}{W * A_p * N} \geq (S * U * C) \quad \dots\dots (4.6)$$

El lado izquierdo de la ecuación (4.6) representa las características estructurales resistentes de la edificación y el lado derecho representa los parámetros exigidos por la norma de diseño sismorresistente, dependiendo de las condiciones en las que se encuentre la estructura. En realidad es una comparación entre el cortante resistente y el de diseño. Esto quiere decir que las características estructurales deben de ser iguales o sobrepasar los requerimientos exigidos por la norma.

La calificación se hace por medio del factor: $\gamma = \alpha / \beta$; en donde "α" y "β" quedan definidos de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{\sigma_k * A_m}{W * A_p * N} \quad \dots\dots (4.7)$$

$$\beta = (S * U * C) \quad \dots\dots (4.8)$$

El área de muros (A_m) en las edificaciones de adobe se determina para un espesor promedio de 0,40 m., en función de las dimensiones en planta del edificio, tanto para el eje "X" como para el eje "Y".

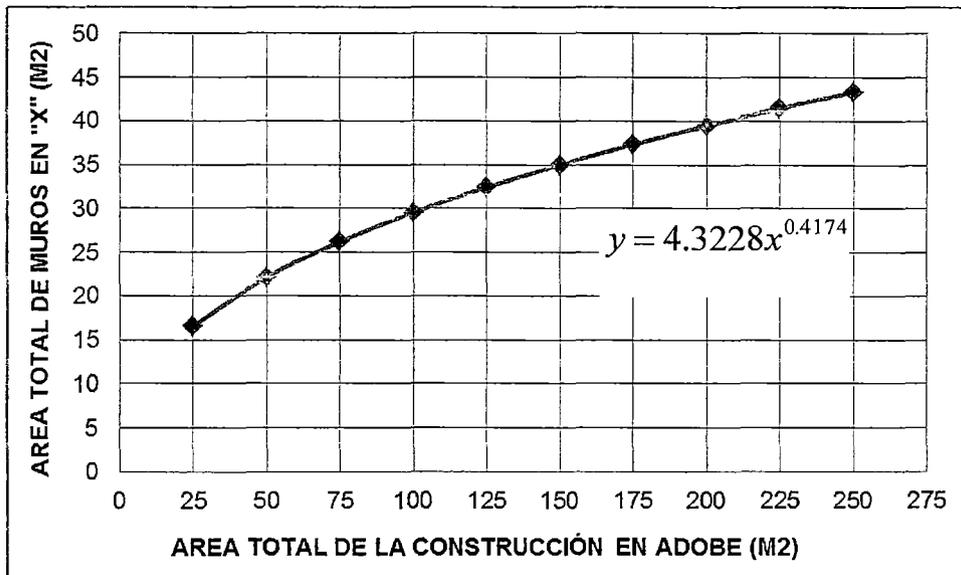


Figura A-01.- Área de muros de mampostería de adobe, en función de la dimensión en planta del edificio para el eje "X".

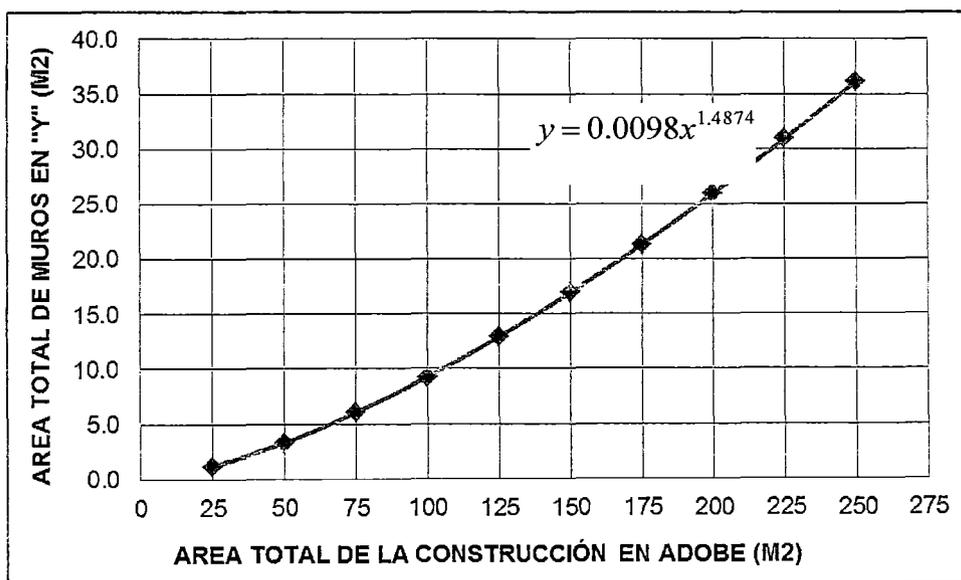


Figura A-02.- Área de muros de mampostería de adobe, en función de la dimensión en planta del edificio para el eje "Y".

b) Para estructuras de albañilería.

- Área de planta típica: A_p
- Número de pisos: N
- Peso promedio de la planta: W
- Peso total del edificio: $P = W * A_p * N$

- Esfuerzo cortante promedio en muros: $\sigma_k = \frac{V}{A_m}$

$$\sigma_k * A_m = V$$

$$\sigma_K * A_m = \left(\frac{ZUSC}{R} \right) * W * A_p * N$$

$$\frac{\sigma_K * A_m}{W * A_p * N} \geq \left(\frac{ZUSC}{R} \right) \quad \dots\dots(4.9)$$

La calificación se hace de la misma manera por medio del factor: $\gamma = \alpha / \beta$; en donde "α" y "β" quedan definidos de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{\sigma_K * A_m}{W * A_p * N} \quad \dots\dots (4.10)$$

$$\beta = \left(\frac{ZUSC}{R} \right) \quad \dots\dots(4.11)$$

El área de muros (Am) en las edificaciones de albañilería con un espesor promedio de 0,15 m., se determina en función de las dimensiones en planta del edificio, tanto para el eje "X" como para el eje "Y".

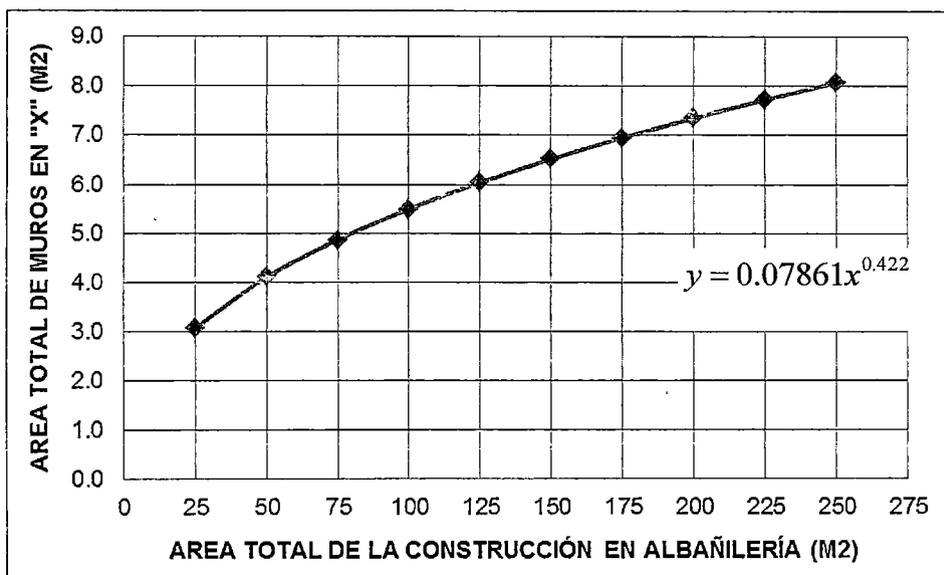


Figura A-03.- Área de muros de mampostería de albañilería, en función de la dimensión en planta del edificio para el eje "X".

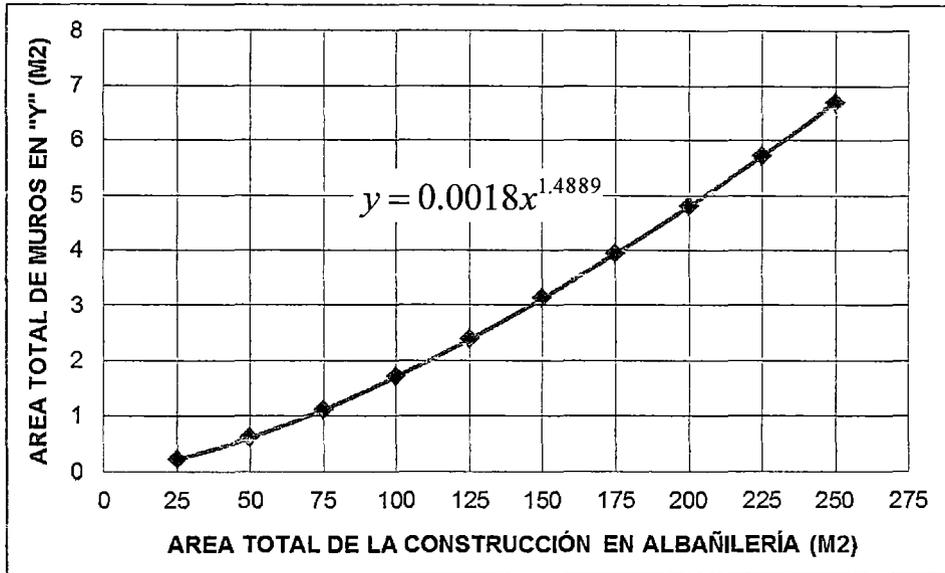


Figura A-04.- Área de muros de mampostería de albañilería, en función de la dimensión en planta del edificio para el eje "Y".

c) Para estructuras de concreto armado.

La evaluación del parámetro requiere del cálculo del coeficiente " α_h ", que representa la relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño mediante las siguientes relaciones:

$$\alpha_h = \frac{VR'}{ZUSC} \quad \dots\dots (4.12)$$

$$VR' = \frac{A_o * \gamma}{q * N} \quad \dots\dots (4.13)$$

$$q = \left(\frac{A_x + A_y}{A_t} \right) * h * P_m + P_s \quad \dots\dots (4.14)$$

$$A_o = \frac{\min(A_x * A_y)}{A_t} \quad \dots\dots (4.15)$$

$$\gamma = \frac{\sum \gamma_i \cdot A_i}{\sum A_i} \quad \dots\dots (4.16)$$

Dónde:

A_t : área total en planta.

A_x y A_y : áreas totales de las secciones resistentes en los sentidos "x" e "y".

A_o : es el valor mínimo entre " A_x " y " A_y ", dividido entre A_t .

h: altura media de entresijos.

P_m : peso específico de los elementos del sistema resistente (ton/m^3)

P_s : Peso por unidad de área del sistema resistente (ton/m^2)

γ : resistencia a cortante de los elementos del sistema resistente, obtenida como una ponderación entre los valores de resistencia a cortante (γ_i) de cada uno de los materiales que constituyen el sistema resistente estructural; el factor de ponderación son los porcentajes relativos de las áreas contribuyentes de los elementos del sistema resistente.

ADOBE Y ALBAÑILERÍA.

A: $\gamma \geq 1$

B: $0.70 \leq \gamma < 1$

C: $0.40 \leq \gamma < 0.70$

D: $\gamma \leq 0.40$

CONCRETO ARMADO.

A: $\alpha_h \geq 1.2$

B: $0.6 \leq \alpha_h < 1.2$

C: $\alpha_h < 0.6$

Parámetro 4.- Posición del edificio y cimentación.

Con este parámetro se evalúa hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota, la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén, presencia de humedad, sales, etc.

ADOBE.

A: Edificación cimentada según la norma de adobe E – 080, no presenta pendiente pronunciada, sin presencia de humedad ni sales.

B: Edificación cimentada según la norma de adobe E – 080, no presenta pendiente pronunciada, con presencia de humedad y sales.

C: Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, además presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada.

D: Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada. Estado de conservación deteriorado.

ALBAÑILERÍA.

A: Edificación cimentada sobre suelo rígido y según la norma E-070, no presenta pendiente pronunciada, sin presencia de humedad ni sales.

B: Edificación cimentada sobre suelo intermedio y flexible según la norma E-070, no presenta pendiente pronunciada, sin presencia de humedad y sales.

C: Edificación cimentada sobre suelo intermedio y flexible según la norma E-070, con presencia de humedad, sales y pendiente pronunciada.

D: Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica. Presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada. Estado de conservación deteriorado.

CONCRETO ARMADO.

A: Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030.

B: Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad.

C: Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada.

Parámetro 5.- Diafragma horizontal.

La calidad de los diafragmas tanto en edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado tienen una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Que el diafragma funcione como tal, permitirá que la fuerza sísmica se distribuya en cada nivel proporcional a los elementos resistentes.

ADOBE.

A: Edificación con diafragma compuesto de una losa aligerada apoyada sobre vigas de concreto armado.

B: Edificación con techo compuesto de viguetas y listones de madera en buen estado.

C: Edificación con techo compuesto de viguetas y listones de madera en estado defletrado.

D: Edificación sin diafragma. Cubierta de eternit o calamina.

ALBAÑILERÍA.

A: Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

- Ausencia de planos a desnivel.
- La deformabilidad del diafragma es despreciable. (ideal de concreto armado)
- La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

B: Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C: Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

D: Edificación que no cumple con ninguna de las condiciones de la clase A.

CONCRETO ARMADO.

A: Edificio con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

- Ausencia de planos a desnivel.
- La deformabilidad del diafragma es despreciable. (ideal de concreto armado)
- La conexión entre el diafragma y el sistema resistente es eficaz.

B: Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C: Edificio cuyos diafragmas no cumplen con dos de las condiciones de la clase A.

Parámetro 6.- Configuración en planta.

El comportamiento sísmico de un edificio depende en parte de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativa la razón $\beta_1 = a/L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las irregularidades del cuerpo principal mediante la relación $\beta_2 = b/L$. En la figura 4.12 se explica el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo cual se evalúa siempre el caso más desfavorable.

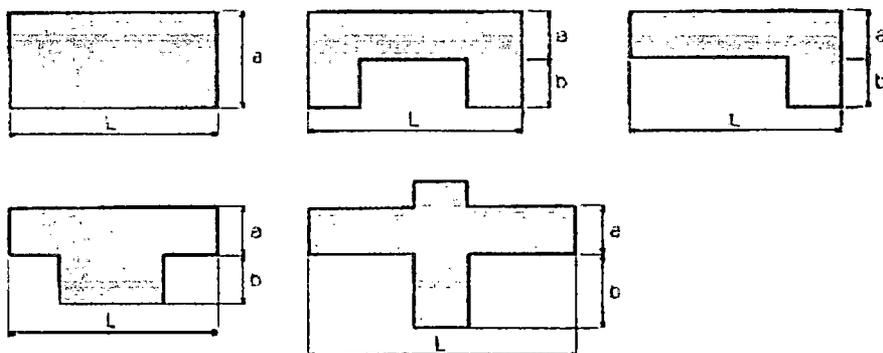


Figura A-05.- Formas originales en planta consideradas en la metodología del índice de vulnerabilidad.

El método evalúa la condición de simetría en planta de los edificios, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y castigando las secciones excesivamente alargadas o con protuberancias demasiado grandes, las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y de rigidez.

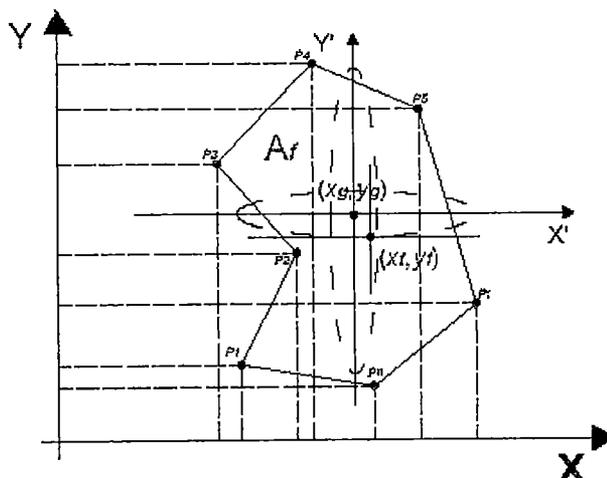


Figura A-06.- Forma general de una vista en planta considerada para el cálculo del parámetro 6.

Sean $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$, los puntos de la forma geométrica (figura 3.13) correspondientes a las coordenadas $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_i, y_i), \dots, (x_n, y_n)$, que definen la planta de cada edificio. El centroide o centro de gravedad (x_g, y_g) se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$x_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \dots (4.17)$$

$$y_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \dots (4.18)$$

En donde A_i , son áreas parciales auxiliares de la figura que sirven para obtener el centro de gravedad y se obtienen de multiplicar $x_i \cdot y_i$. Se calcula además, un valor medio de los puntos más alejados de la figura en donde cruza una línea imaginaria que pasa por el centro de gravedad, en donde, $x_{min}, x_{max}, y_{min}$ y y_{max} , corresponden a los valores de los puntos $P_{x_{min}}, P_{x_{max}}, P_{y_{min}}$ y $P_{y_{max}}$, respectivamente.

$$x_m = \frac{(P_{x_{min}} + P_{x_{max}})}{2} \quad \dots (4.19)$$

$$y_m = \frac{(P_{y_{min}} + P_{y_{max}})}{2} \quad \dots (4.20)$$

Una vez calculados estos valores se sustituyen en las ecuaciones 4.21 y 4.22, con lo que se obtienen los valores de la regularidad en las direcciones "x" e "y" de la estructura (x_m e y_m). El valor máximo obtenido de la ecuación 4.23, permitirá determinar el parámetro 6.

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2} |x_{max} - x_{min}|} \quad \dots (4.21)$$

$$IR_y = \frac{|y_g - y_m|}{\frac{1}{2}|y_{\max} - y_{\min}|} \quad \dots\dots (4.22)$$

$$IR = \max(IR_x, IR_y) \quad \dots\dots (4.23)$$

ADOBE Y ALBAÑILERÍA.

A: Si $IR \leq 0.10$

B: Si $0.1 < IR \leq 0.5$

C: Si $0.5 < IR \leq 1.0$

D: Si $IR > 1.0$

CONCRETO ARMADO.

A: Si $IR \leq 0.25$

B: Si $0.25 < IR \leq 0.75$

C: Si $IR \geq 0.75$

Parámetro 7.- Configuración en elevación.

En el caso de edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado, se reporta

la variación de masa en porcentaje $\pm \frac{\Delta M}{M}$ entre dos pisos sucesivos, siendo M

la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación

puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm \frac{\Delta A}{A}$, evaluando en

cualquiera de los dos casos el más desfavorable. Por lo tanto, la evaluación de este parámetro se realiza utilizando la variación de la altura en el edificio, es decir los valores de la altura mínima (obtenido de H-T) y máxima del edificio (H).

El valor del parámetro se obtiene de acuerdo a la figura 3.14 en donde RL es la relación entre las dos alturas o altura promedio del edificio.

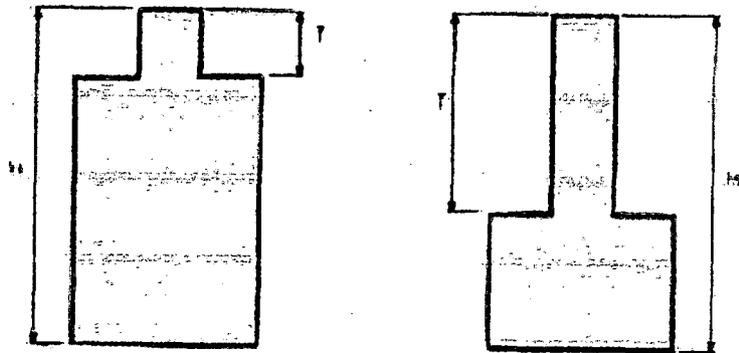


Figura A-07.- Configuración en elevación.

Para el caso de edificios de Concreto Armado., se tendrá en cuenta:

$$RL = \frac{H - T}{H} \quad (4.24)$$

ADOBE Y ALBAÑILERÍA.

A: Edificio con: $\pm \frac{\Delta A}{A} \leq 10\%$

B: Edificio con: $10\% < \pm \frac{\Delta A}{A} \leq 20\%$.

C: Edificio con: $20\% < \pm \frac{\Delta A}{A} < 50\%$. Presenta discontinuidad en los sistemas resistentes.

D: Edificio con: $\pm \frac{\Delta A}{A} \geq 50\%$. Presenta irregularidades de piso blando.

CONCRETO ARMADO.

A: Si $RL > 0.66$

B: Si $0.33 < RL \leq 0.66$

C: Si $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Parámetro 8.- Distancia máxima entre muros o columnas.

Para el caso de edificaciones de adobe y albañilería, con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros

transversales ubicados a distancias excesivas entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde "L" es el espaciamiento de los muros transversales y "S" el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable. Este parámetro indica que al aumentar el espaciamiento máximo, producto de la eliminación de muros internos secundarios, se altera la vulnerabilidad sísmica del edificio. Este es un típico efecto de las ampliaciones y remodelaciones arquitectónicas que se realizan en las construcciones existentes, generalmente como consecuencia del cambio de uso de ciertos pisos en las edificaciones. Debido a que no se cuenta con la información suficiente para calcular este parámetro, se recurre a datos estadísticos obtenidos, en donde se utiliza una relación entre el área construida en planta y el factor L/S .

Para el caso de edificios de Concreto Armado, la máxima distancia entre columnas se tendrá en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción. En base a estos postulados se calificará dicho parámetro.

ADOBE.

- A: Edificio con $L/S < 4.7$
- B: Edificio con $4.7 \leq L/S < 5.6$
- C: Edificio con $5.6 \leq L/S < 7.8$
- D: Edificio con $L/S \geq 7.8$

ALBAÑILERÍA.

- A: Edificio con $L/S < 15$
- B: Edificio con $15 \leq L/S < 18$
- C: Edificio con $18 \leq L/S < 25$
- D: Edificio con $L/S \geq 25$

CONCRETO ARMADO.

- A: Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
- B: Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica
- C: Sin asesoría técnica.

Para las construcciones de mamposterías se tendrán límites máximos y mínimos de valores L/S tal como se aprecia en las siguientes figuras.

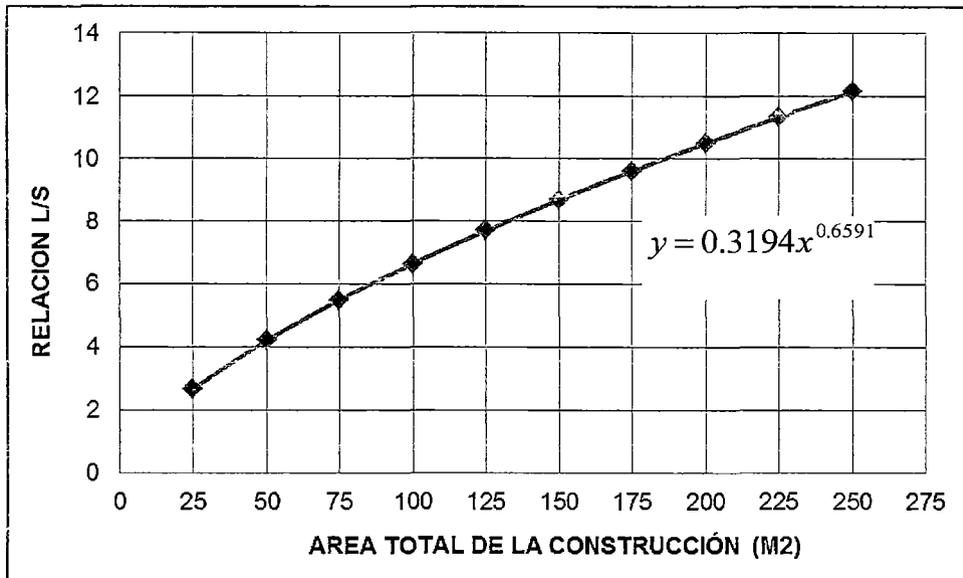


Figura A-08.- Relación del área total construida con el espaciamiento máximo de muros en las edificaciones de mampostería de adobe, piedra y otros.

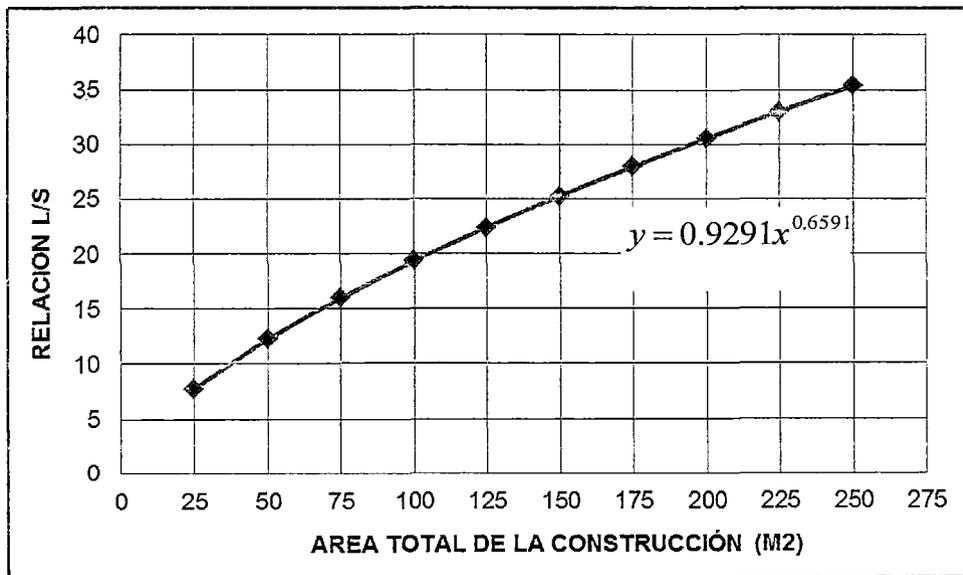


Figura A-09.- Relación del área total construida con el espaciamiento máximo de muros en las edificaciones de mampostería de ladrillo y otros.

Parámetro 9.- Tipo de cubierta.

Para las edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado se tiene en cuenta la capacidad de la cubierta para resistir fuerzas sísmicas.

ADOBE Y ALBAÑILERÍA.

- A: Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
- B: Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones.
- C: Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones.
- D: Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

CONCRETO ARMADO.

- A: Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y de material liviano. Edificación con cubierta plana.
- B: Cubierta inestable de material liviano en buenas condiciones.
- C: Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

Parámetro 10.- Elementos no estructurales.

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier otro elemento no estructural que pueda causar daño. Se trata de un parámetro secundario para fines de evaluación de la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases, tanto para adobe como albañilería.

ADOBE Y ALBAÑILERÍA.

- A: Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- B: Edificación con balcones y parapetos bien conectadas al sistema resistente.
- C: Edificación con balcones y parapetos mal conectadas al sistema resistente. Elementos deteriorados debido a su antigüedad.
- D: Edificación que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construidos, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificio con balcones construidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente y en mal estado.

CONCRETO ARMADO.

A: Que cumpla con la clase A o B de mampostería.

B: Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.

C: Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elementos en el techo mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.

Parámetro 11.- Estado de conservación.

En este parámetro, se califica de manera visual la presencia de desperfectos internos de la estructura, así como posibles irregularidades debido a fallas en el proceso constructivo, así como también la antigüedad de las edificaciones, el detalle para cada tipología se presenta a continuación:

ADOBE.

A: Edificación en buenas condiciones, sin fisura alguna.

B: Edificación sin fisuras pero cuyos componentes están levemente deteriorados.

C: Edificación con fisuras y además cuyos componentes estructurales están deteriorados.

D: Muros con fuerte deterioro de sus componentes, hay presencia de agrietamientos producto de fallas por flexión, por momento y corte.

ALBAÑILERÍA.

A: Muros en buena condición, sin fisuras visibles.

B: Muros en buena condición pero con pequeñas fisuras, menores a dos (02) milímetros.

C: Edificación que no presenta fisuras pero en mal estado de conservación; o muros con fisuras de tamaño medio de dos (02) a tres (03) milímetros.

D: Muros con fuerte deterioro en sus componentes.

CONCRETO ARMADO.

A: Bueno.

B: Ligeramente dañado.

C: Mal estado de conservación.

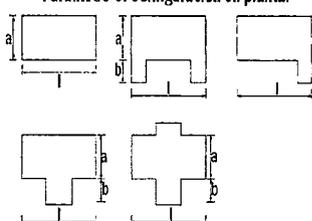
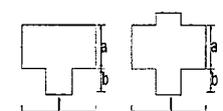
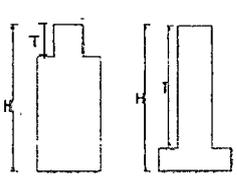
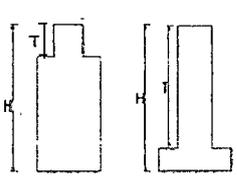


EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA: CENTRO HISTORICO DE JAUJA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

PARAMETROS	CLASE	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	DATOS REFERENCIALES
1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Completar y marcar según lo observado: Año de construcción: <input type="text"/> Asesoría técnica: <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	Ubicación: _____ Fecha: _____
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Estado de materiales: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Malo Proceso constructivo: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Malo	Sector: _____ Mza: _____ Lote: _____
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N): _____ Ax: Área de muros en X (m ²): _____ Ay: Área de muros en Y (m ²): _____ Altura promedio de entrepiso (m): _____ Área de cubierta (m ²): _____ γ (ton/m ²): _____	Ocupante: _____ Uso Actual: _____ Telefono: _____
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marcar según lo observado: Pendiente pronunciada <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Presencia de sales <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Presencia de filtraciones <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<p align="center">Parámetro 6: Configuración en planta.</p> <p align="center">$B1 = a / l$ $B2 = b / l$</p> <p align="center">Parámetro 7: Configuración en elevación.</p> <p align="center">Croquis</p>
5	DIFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Buena conexión diafragma-elemento vertical. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Deflexión del diafragma. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: a: _____; b: _____ L: _____	
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: Aumento o reducción de masas o áreas: _____ %T/H: _____ Piso blando: <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Irregularidad del S.R. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Columna corta: <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE COLUMNAS	Especificar: L(espaciamiento de columnas en metros): _____ S(espesor del columna maestra en metros): _____ Factor L/S: _____	
9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Conexión cubierta-elemento vertical adecuada. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Cubierta plana. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Material liviano. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B(bueno), R(regular) y M(malo) según conexión al S.R.: 10.1.-Corniza y parapetos <input type="checkbox"/> 10.2.-Tanques de agua prefabricados. <input type="checkbox"/> 10.3.-Balcones y volados. <input type="checkbox"/> 10.4.-Pequeños elementos. <input type="checkbox"/> 10.5.-Sin elementos vinculados <input type="checkbox"/>	
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Estructuras de concreto armado en: Buen estado. <input type="checkbox"/> Ligeramente dañado. <input type="checkbox"/> Mal estado de conservación. <input type="checkbox"/>	



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA: CENTRO HISTORICO DE JAUJA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA

PARAMETROS	CLASE	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	DATOS REFERENCIALES
1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Nueva construcción y/o Reparación según Norma. <input type="checkbox"/> Muros confinados con ciertas deficiencias. <input type="checkbox"/> Deficiencias en confinamiento y proceso constructivo <input type="checkbox"/> Muros sin confinar o autoconstrucción. <input type="checkbox"/>	Ubicación: _____ _____ Fecha: _____
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Marcar según lo observado: Mampostería de buena calidad. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Muros con mampostería artesanal. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Buena trabazón en mampostería. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Mortero de buena calidad (9-12mm). <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	Sector: _____ Mza: _____ Lote: _____ Ocupante: _____
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N): _____ Ax: Área de muros en X (m2): _____ Ay: Área de muros en Y (m2): _____ Altura promedio de entrepiso (m): _____ Área de cubierta (m2): _____ γ (ton/m2): _____	Uso Actual: _____ Telefono: _____
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marcar según lo observado: Pendiente pronunciada <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Presencia de sales <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Presencia de filtraciones <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	Parámetro 6: Configuración en planta.  $B1 = a/l$ $B2 = b/l$
5	DIFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Buena conexión diafragma-elemento vertical. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Deflexión del diafragma. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: a: _____; b: _____ L: _____	$B1 = a/l$ $B2 = b/l$
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: Aumento o reducción de masas o áreas: _____ %T/H: _____ Piso blando: <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Irregularidad del S.R. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	Parámetro 7: Configuración en elevación. 
8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE MUROS	Especificar: L(espac. de muros transversales en metros): _____ S(espesor del muro maestro en metros): _____ Factor L/S: _____	
9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Conexión cubierta-elemento vertical adecuada. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Cubierta plana. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no Material liviano. <input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	Croquis
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B(bueno), R(regular) y M(malo) según conexión al S.R.: 10.1.-Corniza y parapetos <input type="checkbox"/> 10.2.-Tanques de agua prefabricados. <input type="checkbox"/> 10.3.-Balcones y volados. <input type="checkbox"/> 10.4.-Pequeños elementos. <input type="checkbox"/> 10.5.-Sin elementos vinculados <input type="checkbox"/>	
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Marcar según lo observado en la estructura: 11.1.- Estado de conservación: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo 11.2.- Muros en buena condición, sin fisuras visibles. <input type="checkbox"/> 11.3.- Edificio que no presenta fisuras pero en mal estado de conservación. <input type="checkbox"/> 11.4.- Muros que presentan fisuras pequeñas. <input type="checkbox"/> 11.5.- Muros con fisuras de tamaño medio y/o producidas por sismos. <input type="checkbox"/> 11.6.- Muros con fuerte deterioro en sus componentes. <input type="checkbox"/>	

ANEXO "B"

PARÁMETROS DE LAS FUENTES SÍSMICAS

Tabla B-1. Parámetros sismológicos de las fuentes sísmicas.

Fuente	M _w			
	M _{min}	M _{máx}	β	Tasa
F 1	4.2	8.3	1.492	3.014
F 2	4.5	8.2	2.128	4.750
F 3	4.6	8.4	1.292	8.683
F 4	4.5	8.4	1.672	7.132
F 5	4.5	8.4	1.973	8.320
F 6	4.4	6.5	2.001	1.104
F 7	4.3	7.1	2.220	2.722
F 8	4.3	7.1	1.879	3.754
F 9	4.5	7.8	2.070	3.591
F 10	4.9	7.8	2.022	11.211
F 11	4.5	7.5	1.271	4.421
F 12	4.1	7.1	1.962	3.099
F 13	4.6	7.5	2.079	2.145
F 14	4.8	7.8	1.810	4.650
F 15	4.4	6.3	2.385	0.782
F 16	4.8	6.9	2.977	1.890
F 17	4.6	7.5	1.842	1.966
F 18	4.6	7.4	1.881	2.220
F 19	4.8	7.2	2.450	2.589
F 20	4.3	6.9	2.010	1.409

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).

Tabla B-2. Coordenadas y profundidades de las Fuentes de Subducción de Interfase.

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F1	-80.323	2.000	25
F1	-78.408	2.000	60
F1	-80.044	-2.448	60
F1	-81.284	-2.448	25
F1	-81.284	-0.595	25
F2	-80.821	-2.448	25
F2	-79.310	-2.448	50
F2	-80.214	-3.622	50
F2	-80.670	-5.420	50
F2	-79.156	-7.834	60
F2	-81.050	-8.931	25
F2	-81.693	-7.632	25
F2	-82.088	-6.198	25
F2	-82.000	-3.760	25

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F3	-81.050	-8.931	30
F3	-79.156	-7.834	75
F3	-75.998	-13.999	75
F3	-77.028	-14.811	30
F4	-77.028	-14.811	30
F4	-75.998	-13.999	75
F4	-72.914	-16.397	75
F4	-74.063	-17.768	30
F4	-75.684	-16.501	30
F5	-74.063	-17.768	30
F5	-72.914	-16.397	60
F5	-71.427	-17.553	60
F5	-69.641	-18.721	70
F5	-69.627	-22.000	70
F5	-71.586	-22.000	30
F5	-71.617	-19.680	30

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).

Tabla B-3. Coordenadas y profundidades de las Fuentes de Subducción de Intraplaca.

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F6	-78.408	2.000	60
F6	-76.644	2.000	135
F6	-78.593	-2.448	150
F6	-80.044	-2.448	60
F7	-79.310	-2.448	50
F7	-78.593	-2.448	100
F7	-78.449	-5.045	125
F7	-77.429	-6.720	125
F7	-79.156	-7.834	60
F7	-80.670	-5.420	50
F7	-80.214	-3.622	50
F8	-79.156	-7.834	80
F8	-78.427	-7.363	100
F8	-74.996	-13.218	115
F8	-75.998	-13.999	80
F9	-75.998	-13.999	80
F9	-74.996	-13.218	110
F9	-72.160	-15.453	130
F9	-72.914	-16.397	80

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F10	-72.914	-16.397	95
F10	-70.892	-13.863	245
F10	-69.055	-15.365	275
F10	-68.013	-19.959	200
F10	-67.868	-22.000	165
F10	-69.627	-22.000	100
F10	-69.641	-18.721	100
F10	-71.427	-17.553	110
F11	-77.923	-0.918	200
F11	-76.785	-0.918	200
F11	-75.236	-3.054	160
F11	-75.600	-5.539	145
F11	-77.429	-6.720	145
F11	-78.449	-5.045	150
F11	-78.593	-2.448	150
F12	-78.427	-7.363	100
F12	-77.177	-6.557	140
F12	-73.973	-12.421	135
F12	-74.996	-13.218	115
F13	-74.996	-13.218	110
F13	-73.577	-12.112	110
F13	-70.892	-13.863	130
F13	-72.160	-15.453	130
F14	-77.177	-6.557	145
F14	-75.600	-5.539	145
F14	-74.400	-6.567	155
F14	-73.589	-8.086	195
F14	-73.914	-9.347	170
F14	-72.963	-11.633	145
F14	-73.973	-12.421	140

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).

Tabla B-4. Coordenadas y profundidades de las Fuentes Continentales.

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F15	-79.156	-7.834	25
F15	-78.084	-7.213	40
F15	-76.340	-10.670	40
F15	-74.760	-13.130	40
F15	-75.998	-13.999	25

Fuente	Coordenadas Geográficas		Profundidad (Km)
	Longitud	Latitud	
F16	-75.998	-13.999	25
F16	-74.760	-13.130	50
F16	-70.176	-15.201	50
F16	-70.434	-15.947	50
F16	-69.134	-17.789	50
F16	-69.641	-18.721	25
F16	-71.427	-17.553	25
F17	-78.100	0.748	25
F17	-76.872	0.373	40
F17	-77.410	-0.867	60
F17	-76.826	-4.705	60
F17	-79.100	-5.200	25
F17	-79.085	-0.370	25
F18	-79.100	-5.200	35
F18	-75.100	-4.330	35
F18	-74.422	-7.976	50
F18	-77.143	-9.079	50
F19	-77.143	-9.079	35
F19	-74.422	-7.976	35
F19	-74.170	-9.330	35
F19	-72.480	-11.400	40
F19	-74.760	-13.130	40
F19	-76.340	-10.670	35
F20	-74.760	-13.130	40
F20	-72.480	-11.400	40
F20	-69.400	-12.966	40
F20	-70.176	-15.201	40

(Fuente: Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).

ANEXO "C"

MEDICIÓN DE MICROTREPIDACIONES EN SUELO

MEDICIONES DE MICROTREPIDACIONES EN SUELO



Fotografía 01: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. La Mar Cdra. 06.



Fotografía 03: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. Sucre Cdra. 06.



Fotografía 02: Medición del período del suelo en el jardín de la vivienda ubicada en el Jr. Manco Cápac Cdra. 03.



Fotografía 04: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. Sucre Cdra. 09.



Fotografía 05: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. Colina Cdra. 04.



Fotografía 07: Medición del período del suelo en terreno libre ubicada en el Jr. Bolognesi Cdra. 03.



Fotografía 06: Medición del período del suelo en el jardín de la vivienda ubicada en el Jr. Ayacucho Cdra. 09.



Fotografía 08: Medición del período del suelo en la plaza de armas ubicada en el Jr. Ayacucho Cdra. 08.



Fotografía 09: Medición del período del suelo en Iglesia Matriz ubicada en el Jr. Ayacucho Cdra. 08.



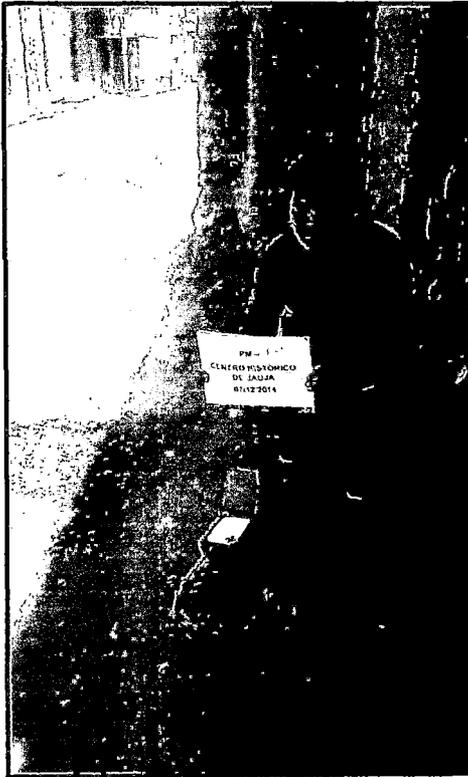
Fotografía 11: Medición del período del suelo en el patio PNP ubicada en el Jr. José Gálvez Cdra. 03.



Fotografía 10: Medición del período del suelo en terreno libre ubicada en el Jr. Ayacucho Cdra. 07.



Fotografía 12: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. Ayacucho Cdra. 06.



Fotografía 13: Medición del período del suelo en el jardín de la vivienda ubicada en el Jr. Atahualpa Cdra. 04.



Fotografía 15: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. Manco Cápac Cdra. 05.



Fotografía 14: Medición del período del suelo en terreno libre ubicada en el Jr. Alfonso Ugarte Cdra. 05.



Fotografía 16: Medición del período del suelo en terreno libre ubicada en el Jr. Junín Cdra. 07.



Fotografía 17: Medición del período del suelo en la plaza de armas ubicada en el Jr. Junín Cdra. 08.



Fotografía 19: Medición del período del suelo en el patio de la vivienda ubicada en el Jr. Bolognesi Cdra. 05.



Fotografía 18: Medición del período del suelo en terreno libre ubicada en el Jr. Bolívar Cdra. 09.

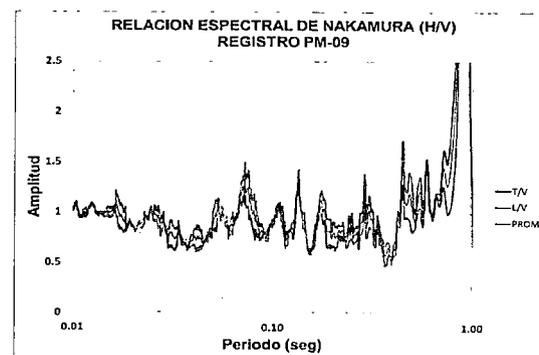
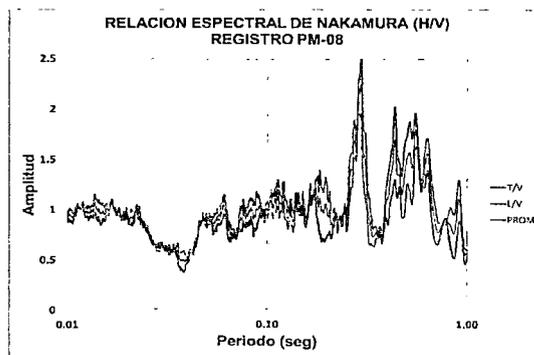
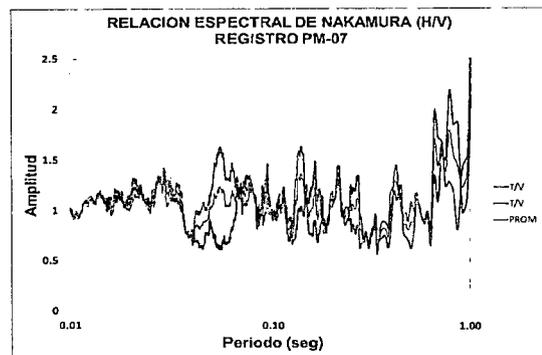
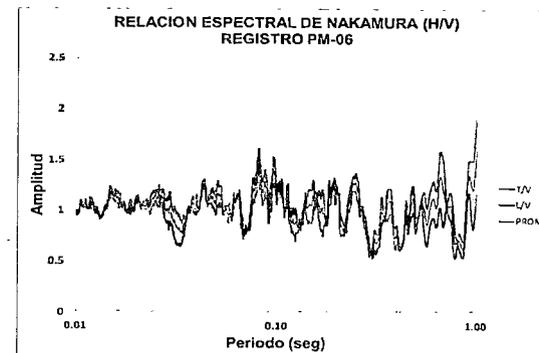
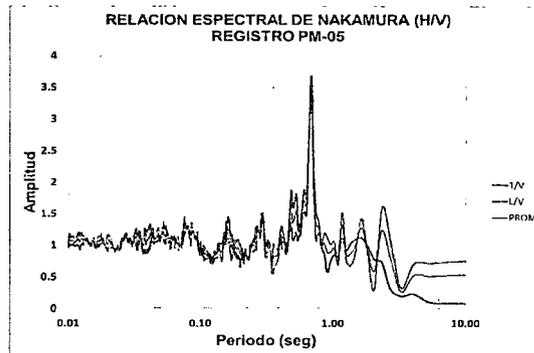
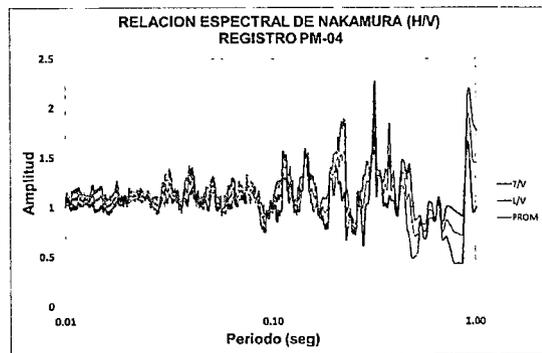
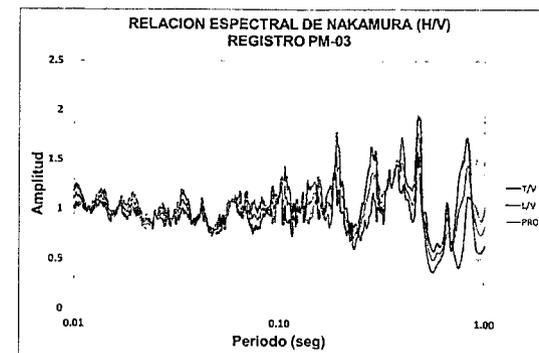
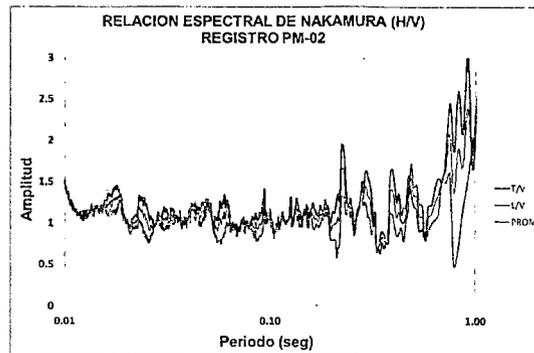
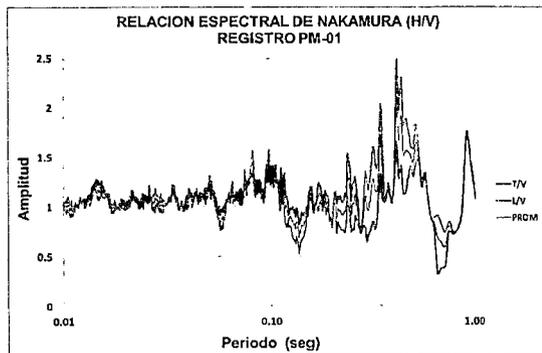


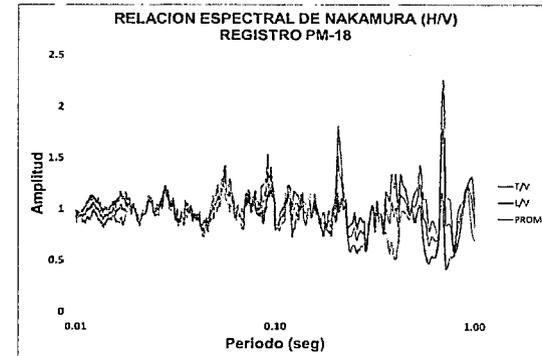
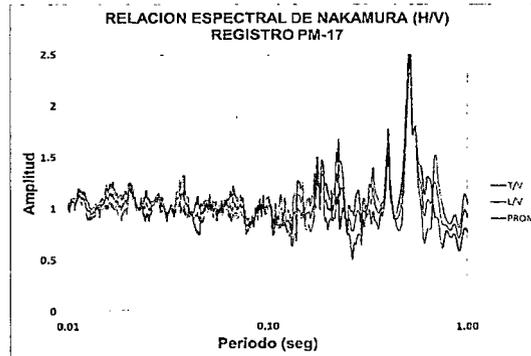
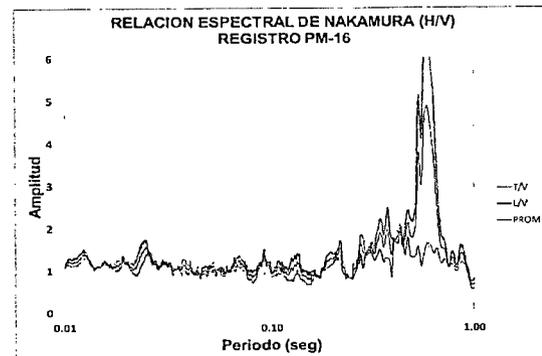
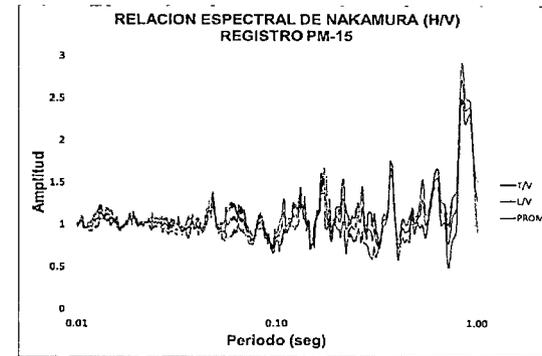
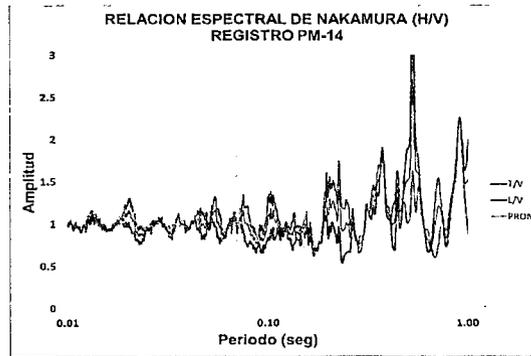
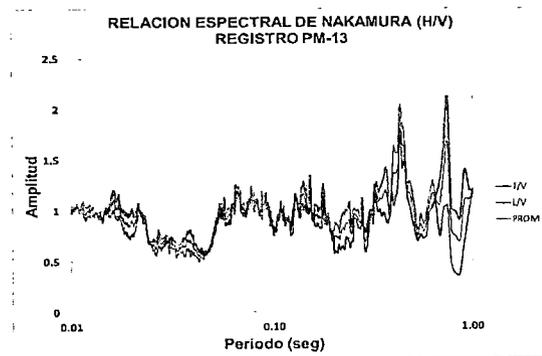
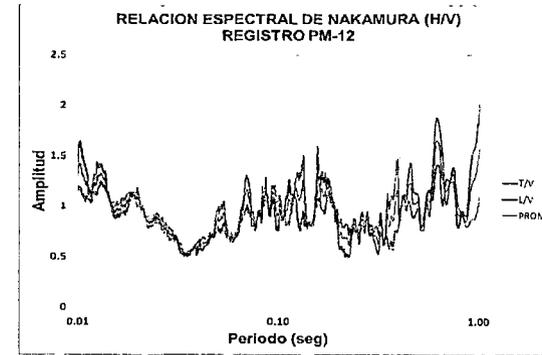
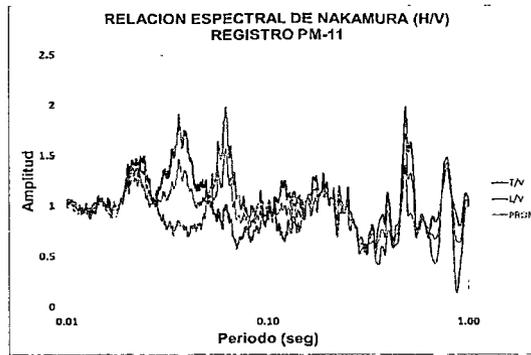
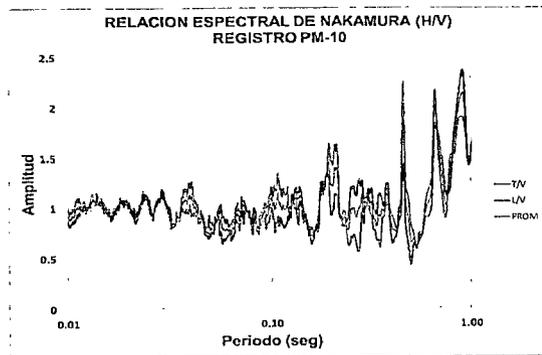
Fotografía 20: Medición del período del suelo en inmediaciones de la vivienda ubicada en el Jr. Bolívar Cdra. 07.

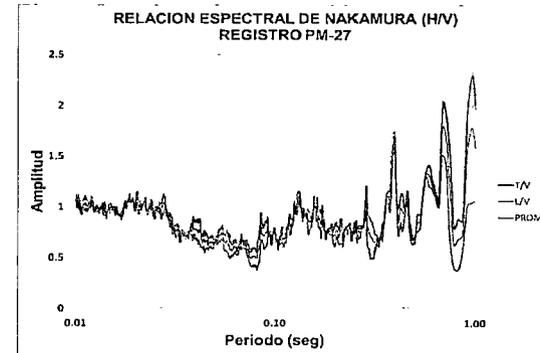
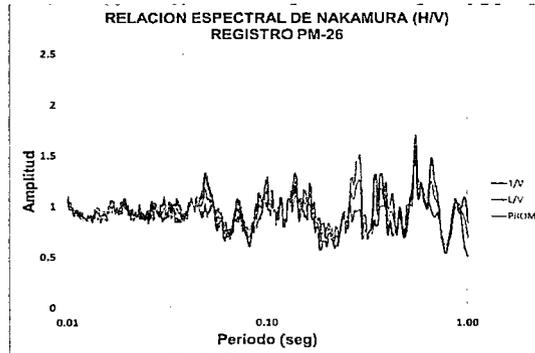
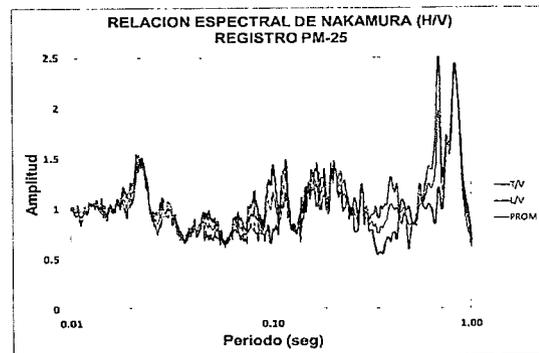
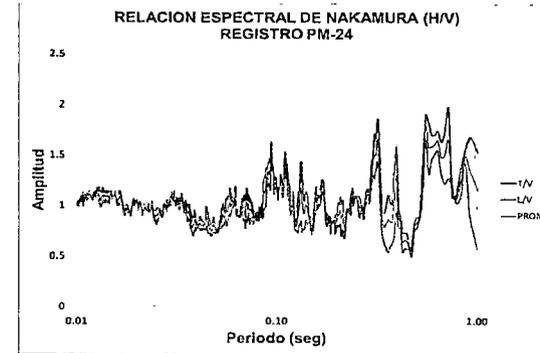
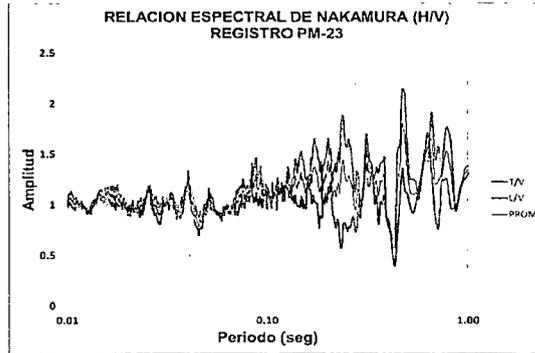
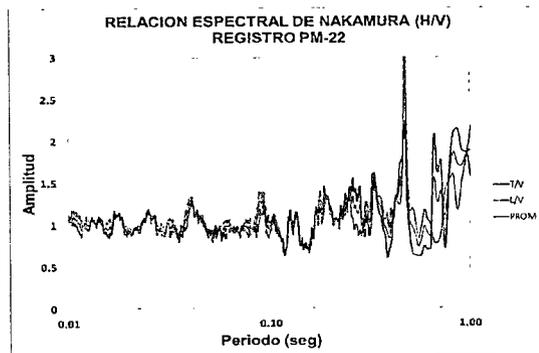
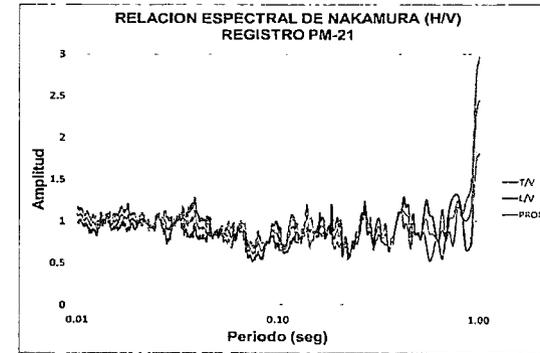
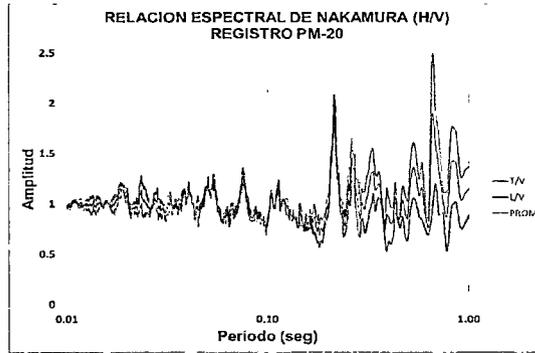
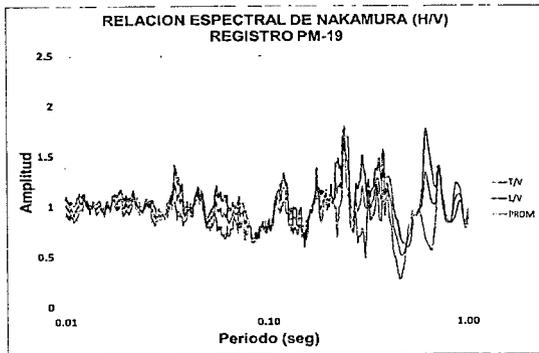
**MEDICIONES DE MICROTREPIDACIONES EN SUELO REALIZADAS EN EL CENTRO HISTORICO
DE LA CIUDAD DE JAUJA**

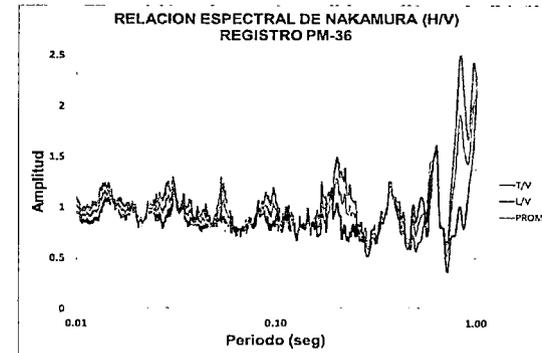
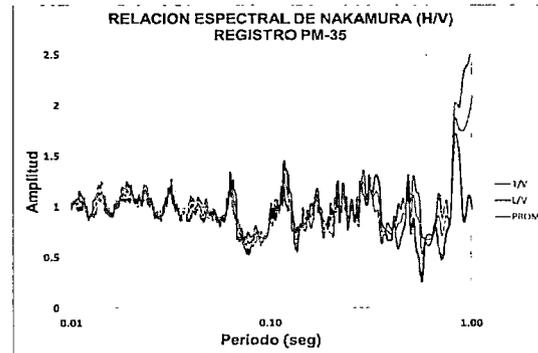
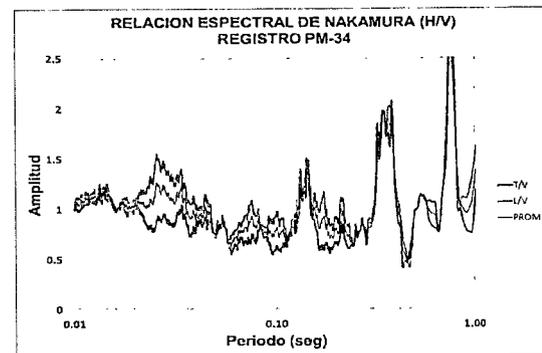
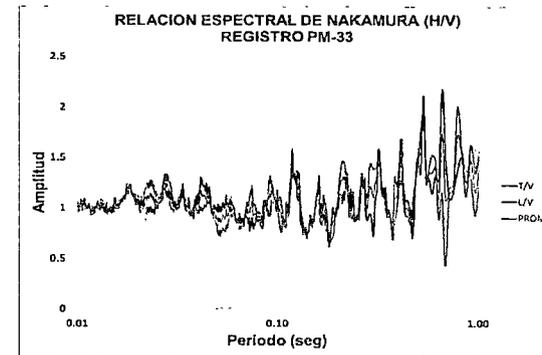
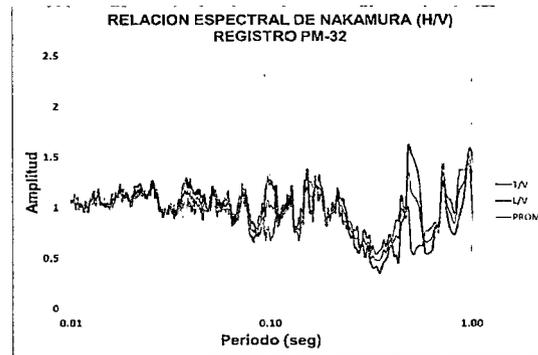
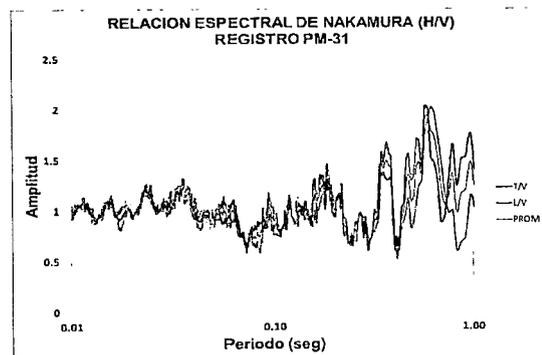
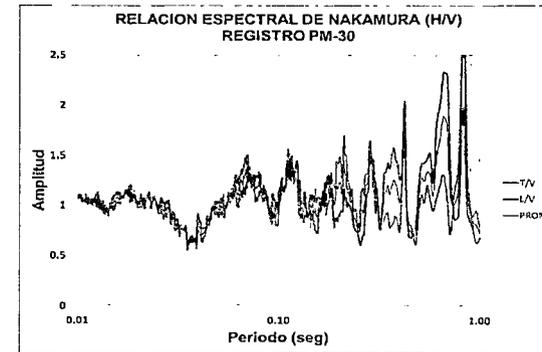
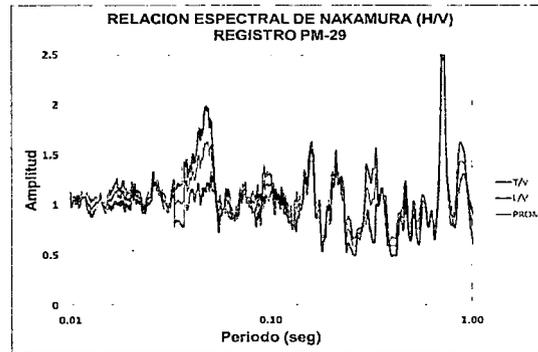
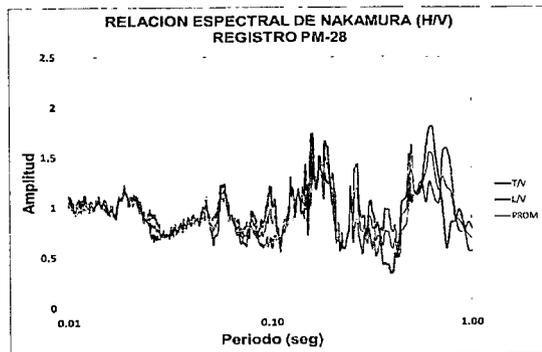
Punto	Hora	Fecha	Dirección	Referencia	Calidad del registro	Número de registros	Periodo (T seg.)
PM-01	12:49:47	07/12/2014	Jr. La Mar Cdra. 06	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.40
PM-02	13:16:57	07/12/2014	Jr. La Mar Cdra. 08	Patio vivienda	Bueno	1	0.48
PM-03	9:50:10	08/12/2014	Jr. Manco Cápac Cdra. 03	Jardin vivienda	Muy bueno	1	0.46
PM-04	10:03:05	08/12/2014	Jr. Sucre Cdra. 06	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.31
PM-05	10:20:13	08/12/2014	Jr. Sucre Cdra. 07	Patio vivienda	Bueno	1	0.30
PM-06	10:57:35	08/12/2014	Jr. Sucre Cdra. 08	Patio vivienda	Bueno	1	0.25
PM-07	11:07:09	08/12/2014	Jr. Sucre Cdra. 09	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.25
PM-08	11:15:24	08/12/2014	Jr. Tarapaca Cdra. 03	Terreno libre	Muy bueno	1	0.30
PM-09	11:46:14	08/12/2014	Jr. Colina Cdra. 04	Patio vivienda	Bueno	1	0.59
PM-10	11:56:03	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 09	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.45
PM-11	12:04:56	08/12/2014	Jr. Bolognesi Cdra. 03	Terreno libre	Muy bueno	1	0.48
PM-12	12:10:48	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 08	Plaza de Armas	Muy bueno	1	0.60
PM-13	12:15:57	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 08	Plaza de Armas	Muy bueno	1	0.43
PM-14	12:27:03	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 08	Iglesia Matriz de Jauja	Bueno	1	0.37
PM-15	12:34:21	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 07	Terreno libre	Bueno	1	0.37
PM-16	12:45:21	08/12/2014	Jr. Jose Galvez Cdra. 03	Patio PNP	Regular	1	0.41
PM-17	12:54:46	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 06	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.49
PM-18	13:13:00	08/12/2014	Jr. Ayacucho Cdra. 04	Inmediaciones vivienda	Bueno	1	0.25
PM-19	13:21:42	08/12/2014	Jr. Atahualpa Cdra. 04	Jardin vivienda	Bueno	1	0.25
PM-20	13:33:30	08/12/2014	Jr. Junín Cdra. 04	Inmediaciones vivienda	Muy bueno	1	0.25
PM-21	13:38:46	08/12/2014	Jr. Alfonso Ugarte Cdra. 05	Terreno libre	Bueno	1	0.27
PM-22	13:54:47	08/12/2014	Jr. Manco Cápac Cdra. 05	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.46
PM-23	14:05:11	08/12/2014	Jr. Junín Cdra. 07	Terreno libre	Bueno	1	0.47
PM-24	14:56:22	08/12/2014	Jr. Junín Cdra. 08	Plaza de Armas	Bueno	1	0.53
PM-25	15:01:35	08/12/2014	Jr. Junín Cdra. 08	Plaza de Armas	Regular	1	0.75
PM-26	15:15:00	08/12/2014	Jr. Junín Cdra. 09	Patio vivienda	Muy bueno	1	0.54
PM-27	15:20:36	08/12/2014	Jr. Colina Cdra. 05	Inmediaciones vivienda	Bueno	1	0.67
PM-28	15:30:21	08/12/2014	Jr. Bolivar Cdra. 09	Terreno libre	Bueno	1	0.51
PM-29	15:53:14	08/12/2014	Jr. Bolognesi Cdra. 05	Patio vivienda	Regular	1	0.68
PM-30	16:02:55	08/12/2014	Jr. Bolivar Cdra. 07	Inmediaciones vivienda	Muy bueno	1	0.41
PM-31	16:13:10	08/12/2014	Jr. Atahualpa Cdra. 06	Inmediaciones vivienda	Muy bueno	1	0.58
PM-32	16:20:25	08/12/2014	Jr. San Martín Cdra. 05	Jardin vivienda	Bueno	1	0.70
PM-33	16:24:48	08/12/2014	Jr. Alfonso Ugarte Cdra. 07	Callejon vivienda	Muy Bueno	1	0.51
PM-34	16:30:53	08/12/2014	Jr. Alfonso Ugarte Cdra. 08	Terreno libre	Bueno	1	0.73
PM-35	16:35:26	08/12/2014	Jr. Arica Cdra. 06	Inmediaciones vivienda	Bueno	1	0.51
PM-36	17:43:21	08/12/2014	Jr. Manco Cápac Cdra. 08	Plaza de Armas	Bueno	1	0.61
PM-37	17:58:24	08/12/2014	Jr. San Martín Cdra. 06	Terreno libre	Regular	1	0.68
PM-38	18:13:03	08/12/2014	Jr. Bolognesi Cdra. 06	Inmediaciones vivienda	Bueno	1	0.60
PM-39	18:26:01	08/12/2014	Jr. Salaverry Cdra. 09	Inmediaciones vivienda	Muy bueno	1	0.51
PM-40	18:41:08	08/12/2014	Jr. Arica Cdra. 10	Terreno libre	Muy bueno	1	0.55
PM-41	18:52:09	08/12/2014	Jr. Arica Cdra. 09	Terreno libre	Muy bueno	1	0.60

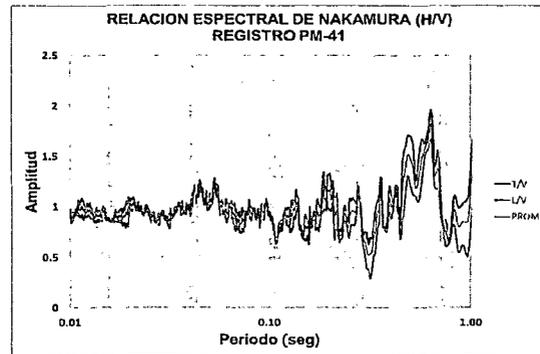
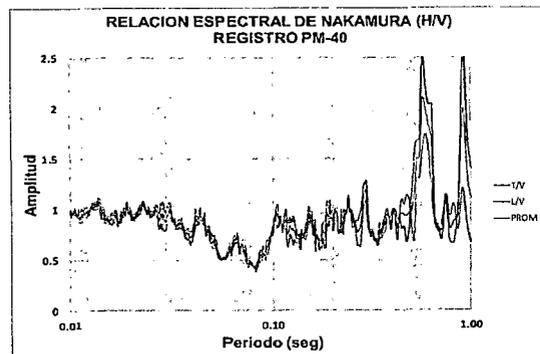
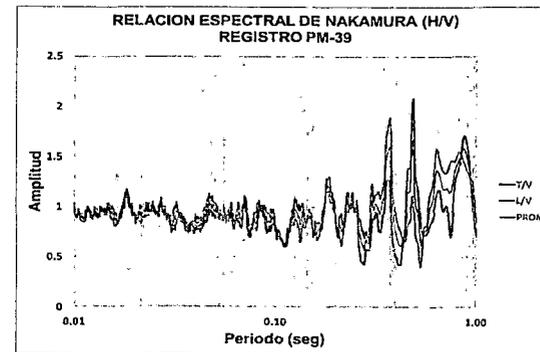
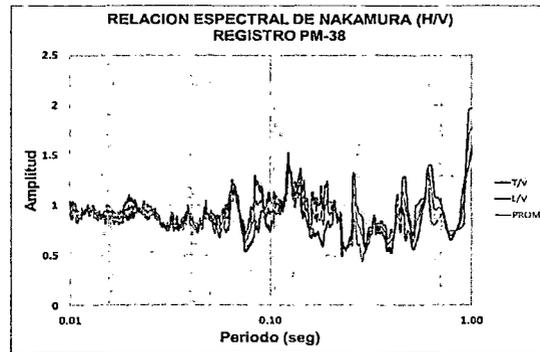
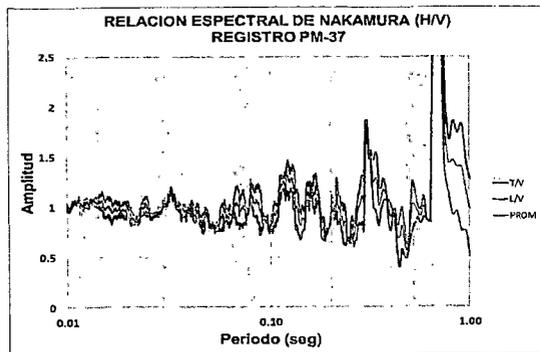
RELACIÓN ESPECTRAL DE NAKAMURA EN SUELOS DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA











ANEXO "D"

ESCALA DE INTENSIDADES SÍSMICAS

Tabla D-1. Escala de Mercalli Modificada (MM-56).

ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA (MM-56)	
Intensidad	Significado
I	La gente no siente el movimiento del suelo.
II	Poca gente puede notar el movimiento si están descansando y/o en los pisos superiores de edificios altos.
III	Mucha gente en los interiores siente el movimiento. Los objetos colgados oscilan de un lado a otro. La gente en el exterior no se puede dar cuenta que está ocurriendo un terremoto.
IV	Mucha gente en los interiores siente el movimiento. Los objetos colgados se balancean. Los platos, las ventanas y las puertas se mueven. El terremoto parece como si un camión pesado golpeará los muros. Poca gente en el exterior puede sentir el movimiento. Los autos estacionados se balancean.
V	Casi toda la gente siente el movimiento. La gente que duerme se despierta. Las puertas se balancean. Los platos se rompen. Los cuadros en las paredes se mueven. Los objetos pequeños se mueven y vuelca. Los árboles pueden sacudirse. Los líquidos pueden derramarse de los contenedores abiertos.
VI	Todo el mundo siente el movimiento. La gente tiene problemas para caminar. Los objetos caen de los estantes. Los cuadros caen de los muros. Los muebles se mueven. El yeso de las paredes se puede agrietar. Los árboles y los arbustos se sacuden. Los edificios construidos inadecuadamente pueden dañarse ligeramente. No existe daño estructural.
VII	La gente tiene dificultades para mantenerse en pie. Los conductores sienten que sus autos se sacuden. Algunos muebles se rompen. Los ladrillos sueltos de los edificios se caen. Los edificios bien construidos pueden dañarse ligeramente; los edificios construidos inadecuadamente pueden sufrir un daño considerable.
VIII	Los automovilistas tienen problemas para conducir. Las casas que no están bien cimentadas pueden levantarse. Las estructuras altas como son torres y chimeneas se pueden torcer y caer. Los edificios bien construidos pueden sufrir daños ligeros. Los edificios construidos inadecuadamente pueden sufrir un daño severo. Las ramas de los árboles pueden desgarrarse. Las colinas pueden deslizarse si el terreno está húmedo. Los niveles del agua en los pozos pueden cambiar.
IX	Sacudida extremadamente fuerte. Algunos edificios pueden destruirse parcial o totalmente.
X	Los edificios bien construidos sufren un daño considerable. Las casas que no están bien cimentadas se desplazan. Algunas tuberías subterráneas se rompen. El suelo se agrieta. Los embalses sufren daños muy serios.
XI	Muchos edificios colapsan. Algunos de los puentes se destruyen. Aparecen grandes grietas en el suelo. Las tuberías subterráneas se destruyen completamente. Las vías de los trenes se doblan de forma considerable.
XII	Casi todo se destruye. Los objetos son arrojados al aire. El suelo se mueve en forma de ondas. Se pueden mover grandes cantidades de rocas.

Tabla D-2. Escala de intensidad sísmica MSK.

ESCALA DE INTENSIDAD SÍSMICA MSK	
Intensidad	Significado
I	No apreciable. La intensidad de las vibraciones está bajo el nivel del límite de la sensibilidad; solo puede ser detectado por sismógrafos.
II	Escasamente apreciable. Las vibraciones solo la sienten personas individuales en descanso y en casa, especialmente en pisos superiores de edificios.
III	Débil. Sólo se percibe parcialmente. En los interiores lo perciben algunas personas. En el exterior se percibe sólo en circunstancias favorables. Las vibraciones se parecen al paso de un camión pequeño. Algunas personas pueden observar un balanceo de objetos.
IV	Observado fuertemente. El sismo se siente en el interior por mucha gente y en el exterior por algunos. Las personas se despiertan pero no se asustan. Las vibraciones son parecidas al paso de un camión grande. Las ventanas, puertas y platos se sacuden. Los pisos y muros crujen. Los muebles empiezan a moverse. Los objetos que cuelgan se balancean ligeramente. En los autos con motor apagado es posible percibirlo.
V	Despertarse. El sismo se siente en el interior por todos y en el exterior por muchos. Mucha gente se despierta. Los animales se ponen intranquilos. Los objetos que cuelgan se balancean considerablemente. Los cuadros chocan contra la pared. Los líquidos salpican. La sensación del movimiento es como si cayera un objeto pesado. Los edificios del tipo A, sufre un daño de grado 1. Algunas veces las corrientes cambian de flujo.
VI	Aterrador. Todas las personas lo perciben en los interiores y exteriores. Mucha gente se asusta y sale del edificio. Algunas personas pierden el equilibrio. Los animales huyen de los establos. Algunas veces los platos y cristales se rompen y los libros se caen. Muebles pesados pueden moverse. Los campanarios pueden llegar a sonar. Algunos edificios aislados del tipo B y muchos edificios del tipo A, pueden sufrir un daño de grado 1. En algunos casos el grosor de las grietas en suelo húmedo puede superar el centímetro.
VII	Daño en edificios. Mucha gente se asusta y sale de los edificios. Mucha gente tiene dificultades para mantenerse en pie. Muchos edificios del tipo C sufre un daño de grado 1, muchos edificios del tipo B sufre un daño de grado 2. Muchos edificios de tipo A sufren un grado de daño 3 y algunos de grado 4. Grietas en los caminos y las tuberías se dañan en las uniones. Grietas en los muros de piedra. Se forman ondas en el agua y se enturbia el agua con la tierra del fondo.
VIII	Destrucción de los edificios. Se produce terror y pánico en toda la gente. Las personas conduciendo un auto, pueden perder el control. Los muebles pesados pueden llegar a caerse. Las lámparas con el balanceo pueden llegar a dañarse. Muchos edificios del tipo C sufren un daño de grado 2, algunos de grado 3. Muchos de los edificios del tipo B, sufren daño de

	<p>grado 3 y muchos del tipo A sufren daño de grado 4. Algunos monumentos se mueven e inclinan. Se producen grietas de varios centímetros en las carreteras. El agua de los lagos se enturbia. En muchos casos cambia el flujo de los ríos.</p>
IX	<p>Daño general en los edificios. Pánico general, considerable daño en los muebles. Los animales huyen desorientados. Muchos edificios del tipo C sufren daño de grado 3 y algunos de grado 4. Muchos de los edificios del tipo B muestran daño de grado 4 y algunos de grado 5. Muchos de los edificios de tipo A sufren daño de grado 5. Los monumentos y las columnas se caen. Se producen daños considerables en las presas. Las tuberías se dañan considerablemente. Las líneas de ferrocarril se pueden doblan. El agua se enturbia totalmente, observándose la tierra y fango del fondo de los lagos. Grietas superiores a 10 cm en las carreteras. Se caen rocas y se producen grandes deslizamientos.</p>
X	<p>Destrucción general de los edificios. Muchos de los edificios de tipo C sufren un daño de grado 4, algunos de grado 5. Muchos edificios del tipo B sufren daño de grado 5; la mayoría de los edificios del tipo A, sufren destrucción total. Daño crítico en presas y diques, y daño severo en puentes. Las líneas de los ferrocarriles se doblan. Las líneas enterradas se dañan y rompen. El asfalto y pavimentos muestran ondas. En el terreno, se producen grietas considerables en algunos casos hasta de 1 m. Los deslizamientos son considerables. El agua de los canales, ríos, lagos, se agitan hasta mojar la tierra.</p>
XI	<p>Catástrofe. Severo daño en edificio bien construidos, puentes, presas y líneas de ferrocarril; las autopistas pueden quedar inservibles, las tuberías enterradas se destruyen completamente. El terreno cambia considerablemente, con grietas y fisuras muy grandes.</p>
XII	<p>Cambios en el paisaje. Prácticamente todas las estructuras enterradas y en la superficie se dañan o destruyen. La superficie de la tierra cambia radicalmente. Se observan grietas considerables con extensiones vertical y horizontal. Los ríos pueden llegar a embalsarse, los ríos cambian completamente el curso o trayectoria.</p>

Tabla D-3. Escala macro sísmica europea EMS-98.

ESCALA MACROSISMICA EUROPEA EMS-98	
Intensidad	Significado
I	No se percibe, aun en las circunstancias más favorables. No provoca daños.
II	Se percibe escasamente, principalmente en interiores. No provoca daños. .
III	Débil, se percibe en interiores por pocas personas sintiendo un ligero temblor. Mueve objetos ligeramente sin provocar daños.
IV	Observado por muchos. Lo percibe mucha gente en interiores y por pocos en el exterior. Algunas personas se despiertan. El nivel de las vibraciones no son alarmantes. Las personas sienten un ligero vaivén en los edificios, habitaciones, camas o sillas, etc. No provoca daños. .
V	Fuerte. Se siente por todos en los interiores y por pocos en el exterior. Muchos se despiertan. Las personas sienten un fuerte movimiento o vaivén del edificio, de la habitación o de los muebles. Los objetos se mueven considerablemente. Se asigna el grado de daño 1 a las edificios de la clase de vulnerabilidad A y B.
VI	Daños ligeros. Se siente por todas las personas en los interiores y exteriores. Las personas pierden su estabilidad. Los objetos pequeños se caen y algunos muebles pueden levantarse. Los animales se asustan. Muchos edificios de la clase de vulnerabilidad A y B, se les asigna el grado de daño 1 y algunos pueden sufrir un daño de grado 2. Algunos de la clase C, sufren un grado de daño 1.
VII	Daños. Se tiene dificultad para permanecer de pie, especialmente en los pisos superiores. Los muebles se levantan y se caen. El agua de los contenedores salpica. Muchos edificios de la clase de vulnerabilidad A sufren un daño de grado 3 y algunos de grado 4. Muchos edificios de la clase B sufren daño de grado 2 y algunos de grado 3. Algunos edificios de la clase C, sufren un daño de grado 2. Algunos edificios de la clase D, sufren un daño de grado 1.
VIII	Daño fuerte. Todas las personas encuentran dificultad para permanecer de pie. Los muebles pueden caerse. Los televisores y ordenadores caen al suelo. Las lapidas se mueven ocasionalmente. Se pueden ver ondas en suelos muy suaves. Muchos edificios de la clase A sufren un daño de grado 4 y algunos de grado 5. Muchos edificios de la clase B sufren un daño de grado 3 y algunos de grado 4. Muchos de los edificios de la clase C sufren daño de grado 2 y algunos de grado 3. Algunos edificios de la clase D sufren daño de grado 2.
IX	Destruyivo. Las personas son lanzadas fuertemente al suelo. Muchos monumentos y columnas caen o se doblan. Se observan ondas en el terreno. Muchos edificios de la clase A sufren un daño de grado 5. Muchos edificios de la clase B, sufren un daño de grado 4 y algunos de grado 5. Muchos edificios de la clase C sufren daño de grado 3 y algunos de grado 4. Muchos edificios de la clase D sufren daño de grado 2 y algunos de grado 3. Algunos edificios de la clase E sufren daño de grado 2.
X	Muy destruyivo. La mayoría de los edificios de la clase A sufren un daño de

	grado 5. Muchos de los edificios de la clase B sufren un daño de grado 5. Muchos de los edificios de la clase C sufren un daño de grado 4 y algunos de grado 5. Los edificios de la clase D sufren un daño de grado 3 y algunos de grado 4. Los edificios de la clase E sufren un daño de grado 2 y algunos de grado 3. Algunos edificios de la clase F sufren un daño de grado 2.
XI	Devastador. La mayoría de los edificios de la clase B sufren daño de grado 5. La mayoría de los edificios de la clase C sufren daño de grado 4 y muchos de grado 5. Muchos de los edificios de la clase D sufren daño de grado 4 y algunos de grado 5. Muchos de los edificios de la clase E sufren daño de grado 3 y algunos de grado 4. Muchos de los edificios de la clase F sufren daño de grado 2 y algunos de grado 3.
XII	Completamente devastador. Todos los edificios de la clase A, B y prácticamente todos los de la clase C se destruyen. Muchos de los edificios de las clases D, E y F se destruyen. Los efectos del terremoto alcanzan efectos inimaginables.

Tabla D-4. Clasificación del daño en edificios de mampostería (EMS-98).

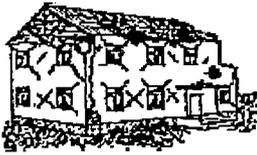
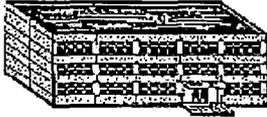
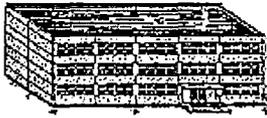
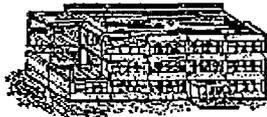
CLASIFICACION DEL DAÑO EN EDIFICIOS DE MAMPOSTERÍA (EMS-98)	
	Grado 1. Daño despreciable o ligero. (Daño no estructural o daño ligero en elementos no estructurales). Grietas del tamaño de un cabello, en algunos muros. Caída de piezas pequeñas de yeso. Caída de piedras sueltas de las partes superiores de edificios en muy pocos casos.
	Grado 2. Daño moderado (Daño no estructural ligero, daño no estructural moderado). Grietas en muchos muros. Caída de piezas relativamente grandes de yeso. Colapso parcial de chimeneas.
	Grado 3. Daño sustancial a considerable. (Daño estructural moderado, daño no estructural considerable). Grietas grandes y considerables en la mayoría de los muros. Separación de la baldosa de la azotes. Fractura de la chimenea de la línea de la azotea; falla de los elementos no estructurales individuales (partición de los muros del tejado).
	Grado 4. Daño grave. (Daño estructural considerable, daño no estructural grave). Falla de muros; falla estructural parcial de la azotea y pisos.
	Grado 5. Destrucción. (Daño estructural grave). Colapso total o cercano a total de la construcción

Tabla D-5. Clasificación del daño para edificios de hormigón reforzado (EMS-98).

CLASIFICACIÓN DEL DAÑO PARA EDIFICIOS DE HORMIGÓN REFORZADO (EMS-98)	
	<p>Grado 1. Daño despreciable o ligero. (Daño no estructural o daño ligero en elementos no estructurales). Grietas finas en el yeso sobre los miembros del marco o en los muros de la base. Grietas delgadas en las divisiones y muros de separación.</p>
	<p>Grado 2. Daño moderado (Daño estructural ligero, daño no estructural moderado). Grietas en las columnas y vigas del marco y en los muros estructurales. Grietas en las divisiones y muros interiores; caída del revestimiento y yeso. Caída del mortero de las juntas de los paneles.</p>
	<p>Grado 3. Daño sustancial a considerable. (Daño estructural moderado, daño no estructural considerable). Grietas en las columnas y uniones vigas columna de los marcos en la base y en las juntas con los muros acoplados. Desprendimiento del recubrimiento, pandeo r las barras de refuerzo. Grietas grandes en las divisiones y muros de separación, y falla de los muros de separación individuales.</p>
	<p>Grado 4. Daño grave. (Daño estructural considerable, daño no estructural grave) Grandes grietas en elementos estructurales con falla a compresión del hormigón y fractura de la barras; fallas por deslizamiento de las barras de refuerzo de las vigas; inclinación de las columnas. Colapso de algunas columnas o de algún piso superior.</p>
	<p>Grado 5. Destrucción. (Daño estructural grave). Colapso de la primera planta o parte de ella.</p>

CORRESPONDENCIA ENTRE ESCALAS SÍSMICAS

Las escalas sísmicas son mediciones utilizadas para evaluar y comparar la intensidad de los terremotos. Existen dos tipos de escalas mayormente utilizadas: la escala Richter y la escala Mercalli; la primera permite describir de forma cuantitativa los terremotos, mientras la segunda realiza una descripción subjetiva de los mismos en función de las reacciones de la sociedad. La siguiente tabla permite establecer el nivel de correspondencia entre estas escalas.

Tabla D-6. Correspondencia entre escalas sísmicas.

CORRESPONDENCIA ENTRE ESCALAS SÍSMICAS			
Escala de Richter		Escala de Mercalli	
Mide la energía de un temblor en su centro, o foco, determinando intensidades que crecen de forma exponencial en una escala medible entre 1 y 10.		Determina la intensidad aparente de los terremotos de acuerdo a la distancia del observador y el centro, realizando descripciones subjetivas en escalas de I a XII.	
Valores	Descripción	Valores	Descripción
2.5	En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos.	I	Casi nadie lo ha sentido
		II	Muy pocas personas lo han sentido
3.5	Sentido por mucha gente.	III	Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.
		IV	Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.
		V	Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.
4.5	Pueden producirse algunos daños locales pequeños.	VI	Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.
		VI I	Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.
6.0	Terremoto destructivo.	VI II	Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.
		IX	Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.
7.0	Terremoto importante.	X	Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.
8.0 ó más	Grandes terremotos.	XI	Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.
		XI I	Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.

ANEXO "E"

ESCALA DE DAÑO

ESTADOS DE DAÑO

Propuesta de la escala de daño por la EERI

La EERI (Earthquake Engineering Research Institute, con sede en Oakland, California), propone una guía para evaluar el daño que pueden sufrir diferentes clases de edificios después de un terremoto. Para la EERI el daño se debe documentar de una manera detallada para todos los edificios, incluyendo edificios de un mismo tipo y tamaño ya que estos no necesariamente se comportan de la misma forma ante un terremoto. Propone además, realizar un levantamiento en donde se incluyan los edificios dañados así como los no dañados (EERI, 1996). Los niveles de daño propuestos en esta guía se pueden ver en la Tabla E-1, junto con el porcentaje de daño y la definición de cada nivel.

Tabla E-1. Definición de daño de acuerdo al EERI.

Nivel	Estado de daño (%)	Equivalencia
Ninguno	0	Sin daño.
Ligero	0-5	Daño no estructural aislado; costo de reparación menor al 5% del valor del mercado del edificio.
Moderado	5 - 25	Daño considerable no estructural y daño estructural ligero; costo de reparación menor al 25% del valor del mercado.
Severo	25-50	Daño estructural considerable y daño no estructural excesivo; costo de reparación menor al 50% del valor del mercado.
Total	50 - 100	Más económico demoler que reparar.
Colapso	>100	Colapso de la estructura

Escalas de daño estudiadas por la NHRC

La NHRC (Natural Hazards Research Centre, con sede en la Universidad de Macquarie, Australia) ha realizado una recopilación de algunas de las escalas de daño más completas para la evaluación del daño en edificios, provocados por riesgos naturales como son los tornados, ciclones, deslizamientos de tierra, incendios, terremotos, etc. Dentro de este trabajo, se tienen las escalas propuestas Whitman et al, Hirschberg et al y Rojahn, y la propuesta por la NHCR dividida en 5 niveles, en donde trata de unificar las escalas de estos investigadores. Uno de los levantamiento del estado de daño de las estructuras más completo es el propuesto por Whitman et al 1973, el cual está basado en el estudio de edificios de 5 o más niveles dañados por el sismo de San Fernando de 1971. Cada estado de daño se identificó por una descripción subjetiva del daño físico y una relación objetiva del costo de reparación al costo de reposición (Tabla E-2).

Tabla E-2. Definición de daño de acuerdo a Whitman, 1973 (NHRC).

Estado de daño	Daño estructural	Daño no estructural	Relación de daño (%)	Descripción del estado de daño
0	Ninguno	Ninguno	0.00 - 0.05	Sin daño
1	Ninguno	Menor	0.05 - 0.30	Daño no estructural menor, grietas en algunos muros y tabiques agrietados; daños irrelevantes en componentes mecánicos y eléctricos.
2	Ninguno	Localizado	0.30 - 1.25	Daño no estructural localizado, agrietamiento más importante (pero todavía no generalizado); posible daño en elevadores y/o otros componentes mecánicos y eléctricos.
3	No apreciable	Generalizado	1.25 - 3.50	Daño no estructural generalizado, posible agrietamiento en algunas vigas y columnas, aunque no apreciables.
4	Menor	Sustancial	3.50 - 7.50	Daño estructural menor, agrietamiento obvio o cedencia de algunos elementos estructurales; daño sustancial no estructural con grietas generalizadas.
5	Substancial	Extensivo	7.50 - 20.0	Daño estructural sustancial en donde se requiere reparar o remplazar algunos elementos estructurales; asociado a un daño importante en elementos no estructurales.
6	Mayor	Cercano al total	20.0 - 65.0	Daño estructural mayor, en donde se requiere reparar o remplazar muchos elementos estructurales; el daño no estructural asociado requiere reparar la mayor parte del interior; el edificio se desaloja durante la reparación.
7	Declarado en ruina		100	Edificio declarado en ruina.
8	Colapso		100	Colapso total.

En un trabajo posterior Whitman et al (1975), redujo la escala anterior a 6 estados de daño e incorporó una relación de daño central, junto con una abreviación para cada estado de daño (Tabla E-3).

Tabla E-3. Definición de daño de acuerdo a Whitman, 1975 (NHRC).

Estado de daño	Abreviación	Relación de daño Central (%)
Ninguno	0	0
Ligero	L	0.3
Moderado	M	5
Fuerte	H	30
Total	T	100
Colapso	C	100

Mientras que Hirschberg et al, en 1978 publica una versión ligeramente diferente a la anterior (Tabla E-4).

Tabla E-4. Definición de daño de acuerdo a Hirschberg (NHRC).

Estado de daño	Daño (%)	Factor de daño promedio (%)	Condición estructural
Ninguno	0 - 0.5	0.25	Sin daño.
Ligero	0.5 - 1.25	0.90	Grietas en las baldosas del techo o tabiques.
Moderado	1.25 - 7.5	4.5	Muchos tabiques agrietados o baldosas desprendidas; algunos elementos pueden llegar a ceder.
Fuerte	7.5 - 65	32	Daño significativo en elementos. Daño importante en la azotea.
Muy severo	65 - 100	82.5	Daño mayor; la estructura permanece en pie pero se caerá.
Colapso	100	100	Estructuras que no permanecen en pie.

En cuanto a la propuesta de Rojahn, es una escala ligeramente similar a las anteriores, dividida en 7 niveles basada en la opinión de expertos (Tabla E-5).

Tabla E-5. Definición de daño de acuerdo a Rojahn (NHRC).

Estado de daño	Factor de Daño (%)	Factor de Daño Promedio
Ninguno	0	0
Insignificante	0 - 1	0.5
Ligero	1 - 10	5
Moderado	10 - 30	20
Fuerte	30 - 60	45
Mayor	60 - 100	80
Destruyivo	100	100

Finalmente, la NHRC propone una escala de daño construida de tal manera que el daño de los edificios de varias localidades, ocasionados por diferentes riesgos naturales puedan ser comparados y sumados. El índice de daño se basó en edificios dañados o destruidos, sin incluir los elementos no estructurales, así como el daño a autos, maquinaria, aeronaves o cultivos (Tabla E-6).

Tabla E-6. Definición de daño de acuerdo a la NHRC.

Descripción	Rango (%)	Valor de daño central (%)
Ligero	1-5	2
Moderado	5 - 20	10
Fuerte	20 - 60	40
Severo	60 - 90	75
Colapso	90 - 100	100

Propuesta del estado de daño del ATC

El ATC 13 (Applied Technology Council) permite estimar el porcentaje del daño físico causado por un sismo para la mayoría de las construcciones consideradas en este trabajo, expresados en términos de factor de daño vs la escala de intensidad de Mercalli Modificada. Esta propuesta fue desarrollada a través de un proceso de cuestionarios múltiples involucrando agencias privadas y 58 expertos en ingeniería sísmica. El objetivo de este proceso fue desarrollar matrices de probabilidad de daño, con las cuales es posible estimar la pérdida en dólares esperados por un sismo en cada construcción, multiplicando los factores de daño para las estructuras y su contenido por el valor de remplazo estimado para cada una de ellas. La Tabla E-7, muestra el estado de daño y su correspondiente factor de daño definido en este proyecto.

Tabla E-7. Definición de daño del ATC-13

Estado de Daño	Factor de Daño (%)	Factor Central (%)
Ninguno	0	0
Suave	0 - 1	0.5
Ligero	1 - 10	5
Moderado	10 - 30	20
Fuerte	30 - 60	45
Mayor	60 - 100	80
Destrucción	100	100

Escala de evaluación del grado de daño propuesta por Benedetti *et al.*

En este trabajo se considera que los estados de daño generalmente se realizan por medio de una medida monetaria (por ejemplo, el costo de refuerzo) o atribuyendo un valor numérico (de acuerdo a una escala disponible) a cada elemento esencial del edificio (como son losas, muros, azotea, cimentación o detalles de la construcción). La suma del daño de cada elemento, permitirá evaluar un grado de daño que puede sufrir una estructura. Benedetti *et al.*, dividen la escala en cinco niveles como se muestra en la Tabla E-8.

Tabla E-8. Escala para la evaluación del grado de daño propuesta por Benedetti et al, 1988.

Daño	Valor	Grado de daño (%)	Daño promedio (%)
Ninguno	0	0 - 20	10
Ligero	1	20 - 40	30
Moderado	2	40 - 60	50
Fuerte	3	60 - 80	70
Colapso parcial	4	80 - 100	90

DAÑO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Escalas basadas en el índice de daño de Park, Ang y Wen

Uno de los índices de daño más ampliamente usado en todo el mundo es el propuesto por Park, Ang and Wen (1985). En base a este índice los autores propusieron una escala de daño relacionando un valor de daño calculado, con el daño físico que puede sufrir una estructura ante un sismo de determinadas características. Esta escala fue calibrada con el daño observado de nueve edificios de hormigón armado, debido al terremoto de San Fernando en 1971, (Tabla E-9).

Tabla E-9. Índice de daño vs Daño observado, propuesto por Park, et al 1985.

Nivel de daño	Grado de daño	Estado		Daño esperado	Apariencia física
1	Ligero	Reparable		0-10	Ocurrencia esporádica de grietas.
2	Menor			10-20	Grietas menores en el Edificio. Grietas del hormigón en columnas.
3	Moderado			20-40	Grietas grandes importantes. Desprendimiento de hormigón en miembros más débiles.
4	Severo	Pérdida total	Amenaza a la vida humana	40-100	Grietas importantes del hormigón. Visibilidad del refuerzo pandeado.
5	Colapso			40-100	Colapso parcial o total del edificio.

Los mismos autores propusieron una clasificación más detallada de esta escala en 1987 (Tabla E-10), implementándola posteriormente en la versión original del programa IDARC (Park, et al, 1987; Kunnath, et al, 1990; Williams and Sexsmith, 1995).

Tabla E-10. Clasificación más detallada propuesta por Park et al 1987. En este trabajo siguen considerando que a partir de un daño mayor a 40%, va más allá de lo reparable.

Nivel de daño	Grado de daño	Daño esperado (%)	Estado de daño
1	Sin daño	< 10	Grietas menores localizadas.
2	Menor	10 - 25	Grietas ligeras en toda la estructura.
3	Moderado	25 - 40	Grietas severas y desprendimientos localizados
4	Severo	40 - 100	Aplastamiento del hormigón, refuerzo visible.
5	Colapso	> 100	Colapso.

Utilizando el índice de daño de Park, Ang and Wen, Bracci et al (1989) y lo adaptó para obtener un daño potencial. Después realizó una comparación con pruebas en columnas y marcos de tres y seis niveles y sugirió los siguientes estados de daño (Tabla E-11).

Tabla E-11. Estados de daño propuestos por Bracci et al (1989), basados en el índice de daño de Park, Ang and Wen.

Nivel de daño	Estado de Daño	Rango del daño
1	Ninguno	< 33
2	Reparable	33 - 66
3	Irreparable	66 - 100
4	Colapso	> 100

ANEXO "F"

*TABLAS EMITIDAS POR EL CONSEJO
NACIONAL DE TASACIONES (CONATA)*

COSTO POR M2 DE EDIFICACIONES EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA

Tipología	Valores unitarios por partidas por metro cuadrado de área techada.							Sub - Total
	Estructuras		Acabados				Instalaciones	
	Muros y columnas (1)	Techos (2)	Pisos (3)	Puertas y ventanas (4)	Revestimientos (5)	Baños (6)	Eléctricas y sanitarias (7)	Soles (S/.)
Adobe	146.85	29.14	20.91	24.41	17.42	11.59	26.49	276.81
Albañilería	202.53	117.36	63.34	70.13	58.62	38.66	40.76	591.40
Concreto armado	278.67	117.36	144.10	119.57	118.16	59.17	129.26	966.29

Tipología	Depreciación	Costo total por m2 Soles
Adobe	65.0%	S/. 96.88
Albañilería	20.0%	S/. 473.12
Concreto armado	5.00%	S/. 917.98

TABLA DE DEPRECIACIÓN POR ANTIGÜEDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN EL MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE

ANT.	Material Constr.	CASA, HABITACIÓN Y DEPARTAMENTOS PARA VIVIENDAS				TIENDAS COMO DEPOSITOS, CENTRO DE RECREACIÓN O ESPARCIMIENTO, CLUB SOCIALES O INSTITUCIONES				EDIFICIOS - OFICINAS				CLINICAS, HOSPITALES, CINES, INDUSTRIAS, COLEGIOS Y TALLERES			
		ESTADO DE CONSERVACION				ESTADO DE CONSERVACION				ESTADO DE CONSERVACION				ESTADO DE CONSERVACION			
		Muy Bueno %	Bueno %	Regu. %	Malo %	Muy Bueno %	Bueno %	Regu. %	Malo %	Muy Bueno %	Bueno %	Regu. %	Malo %	Muy Bueno %	Bueno %	Regu. %	Malo %
Hasta 5 Años	Concreto	0	5	10	55	0	5	10	55	0	5	10	55	0	5	20	59
	Ladrillo	0	8	20	60	0	8	20	60	0	8	20	60	0	12	24	63
	Adobe	5	15	30	65	7	17	32	67	9	19	34	69	9	21	34	69
Hasta 10 Años	Concreto	0	5	10	55	2	7	12	57	3	8	13	59	3	10	22	61
	Ladrillo	3	11	23	63	4	12	24	64	5	13	25	65	5	16	28	68
	Adobe	10	20	35	70	12	22	37	72	14	24	39	74	14	26	39	74
Hasta 15 Años	Concreto	3	8	13	58	5	10	15	60	5	11	16	61	5	13	25	64
	Ladrillo	6	14	26	66	8	16	28	68	9	17	29	69	9	20	32	72
	Adobe	15	25	40	75	17	27	42	77	19	29	44	79	19	30	44	79
Hasta 20 Años	Concreto	6	11	16	61	8	13	18	63	9	14	19	64	9	16	27	67
	Ladrillo	9	17	29	69	12	20	32	72	13	21	33	73	13	24	36	77
	Adobe	20	30	45	80	22	32	47	82	24	34	49	84	24	35	49	84
Hasta 25 Años	Concreto	9	14	19	64	11	16	21	66	12	17	22	67	12	18	30	70
	Ladrillo	12	20	32	72	16	24	35	76	17	25	37	77	17	28	40	81
	Adobe	25	35	50	85	27	37	52	87	29	39	54	89	29	40	52	89
Hasta 30 Años	Concreto	12	17	22	67	14	19	24	69	15	20	25	70	15	20	32	72
	Ladrillo	15	23	35	75	20	28	40	80	21	29	41	81	21	32	44	83
	Adobe	30	40	55	90	32	42	57	*	34	44	59	*	34	45	59	*
Hasta 35 Años	Concreto	15	20	25	70	17	22	27	72	18	23	28	73	18	23	34	75
	Ladrillo	18	26	38	78	24	32	44	84	25	33	45	85	25	36	48	*
	Adobe	35	45	60	*	37	47	62	*	39	49	64	*	39	50	64	*
Hasta 40 Años	Concreto	18	23	28	73	20	25	30	75	21	26	31	76	21	26	37	77
	Ladrillo	21	29	41	81	28	36	49	88	29	37	49	89	29	40	52	*
	Adobe	40	50	65	*	42	52	67	*	44	54	69	*	44	54	69	*
Hasta 45 Años	Concreto	21	26	31	76	23	28	33	78	24	29	34	79	24	29	39	80
	Ladrillo	24	32	44	84	32	40	52	*	33	41	53	*	33	44	56	*
	Adobe	45	55	70	*	47	57	72	*	49	59	74	*	49	60	74	*
Hasta 50 Años	Concreto	24	29	34	79	26	31	36	81	27	32	37	82	27	32	42	*
	Ladrillo	27	35	47	87	35	44	55	*	37	45	57	*	37	48	60	*
	Adobe	50	60	75	*	52	62	77	*	54	64	79	*	54	64	79	*
Mas de 50 Años	Concreto	27	32	37	82	29	34	39	84	30	35	40	85	30	35	44	*
	Ladrillo	30	38	50	90	40	48	60	*	41	49	61	*	41	52	64	*
	Adobe	55	65	80	*	57	67	82	*	59	69	84	*	60	70	84	*

* El perito deberá estimar los porcentajes no tabulados

NOTA: En el caso de la calificación muy malo del estado de conservación, el perito establecerá a su criterio el porcentaje de depreciación

Tablas vigentes a partir del 13 de mayo del 2007

A los fines de la aplicación de las tablas de depreciación se define los estados de conservación como sigue:

MUY BUENO: Las edificaciones que reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno
BUENO: Las edificaciones que reciben mantenimiento permanente solo tiene ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal
REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuya estructura no tiene deterioro y si lo tiene no la compromete y es subsanada, o que los acabados o instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal

MALO: Las edificaciones que no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la compromete aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tiene visibles
MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso y que su único valor es el de los materiales recuperables

expresados en nuevos soles por metro cuadrado, de las áreas urbanas de Lima Metropolitana, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014, de acuerdo con la relación que en Anexo forma parte integrante de la presente Resolución, los cuales podrán ser recabados en la Dirección Nacional de Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, según el procedimiento establecido para dicho fin.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

RENÉ CORNEJO DIAZ
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

DEPARTAMENTO: LIMA

PROVINCIA: LIMA

DISTRITO

ANCÓN
ATE
BARRANCO
BREÑA
CARABAYLLO
CERCADO DE LIMA
CHACLACAYO
CHORRILLOS
CIENEGUILLA
COMAS
EL AGUSTINO
INDEPENDENCIA
JESÚS MARÍA
LA MOLINA
LA VICTORIA
LINCE
LOS OLIVOS
LURIGANCHO
LURÍN
MAGDALENA DEL MAR
MIRAFLORES
PACHACAMAC
PUCUSANA (LA HONDA, QUIPA)
PUEBLO LIBRE
PUENTE PIEDRA
PUNTA HERMOSA
PUNTA NEGRA
RÍMAC
SAN BARTOLO
SAN BORJA
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE LURIGANCHO
SAN JUAN DE MIRAFLORES
SAN LUIS
SAN MARTÍN DE PORRES
SAN MIGUEL
SANTA ANITA
SANTA MARÍA DEL MAR
SANTA ROSA
SANTIAGO DE SURCO
SURQUILLO
VILLA EL SALVADOR
VILLA MARÍA DEL TRIUNFO

1007031-3

Aprueban Valores Unitarios Oficiales de Edificación y Valores Unitarios a costo directo para Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva, de algunas Obras Complementarias e Instalaciones Fijas y Permanentes, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 278-2013-VIVIENDA**

Lima, 28 de octubre de 2013

CONSIDERANDO:

Que, el segundo párrafo del artículo 11 del Texto Único Ordenado de la Ley de Tributación Municipal, aprobado por

Decreto Supremo Nº 156-2004-EF, señala que a efectos de determinar el valor total de los predios, se aplicará los valores arancelarios de terrenos y valores unitarios oficiales de edificación vigentes al 31 de octubre del año anterior y las tablas de depreciación por antigüedad y estado de conservación, que formula el Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA y aprueba anualmente el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante Resolución Ministerial;

Que, el tercer párrafo del artículo 11 del Texto Único Ordenado de la Ley de Tributación Municipal establece que las instalaciones fijas y permanentes serán valorizadas por el contribuyente de acuerdo a la metodología aprobada en el Reglamento Nacional de Tasaciones y de acuerdo a lo que establezca el reglamento, y considerando una depreciación de acuerdo a su antigüedad y estado de conservación;

Que, por Decreto Supremo Nº 025-2006-VIVIENDA, se aprobó la fusión por absorción del Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, correspondiéndole al citado Ministerio la calidad de entidad incorporante;

Que, el numeral 1.2 del artículo 1 del Decreto Supremo a que se refiere el considerando anterior establece que toda referencia normativa al CONATA se entenderá hecha al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;

Que, el numeral 3.1 del artículo 3 de la Resolución Ministerial Nº 291-2006-VIVIENDA dispuso la absorción de los órganos y dependencias a cargo de la función normativa de competencia del CONATA, por parte de la Dirección Nacional de Urbanismo del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo;

Que, conforme a lo señalado por el segundo párrafo del artículo 3 de la Resolución Ministerial Nº 010-2007-VIVIENDA, la Dirección Nacional de Urbanismo tendrá a su cargo la función normativa a que hace referencia la Resolución Ministerial Nº 291-2006-VIVIENDA antes citada;

Que, la Dirección Nacional de Urbanismo ha formulado los valores unitarios oficiales de edificación para las localidades de Lima Metropolitana y Provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva; la Metodología para la Determinación de la Base Imponible de las Instalaciones Fijas y Permanentes para el cálculo del Impuesto Predial; así como los Valores Unitarios a costo directo para Lima Metropolitana y Provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva de algunas Obras complementarias e Instalaciones Fijas y Permanentes, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014;

De conformidad con la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley Nº 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo Nº 002-2002-VIVIENDA;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobar los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014, los que en Anexo I forman parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 2.- Aprobar la Metodología para la Determinación de la Base Imponible de las Instalaciones Fijas y Permanentes para el cálculo del Impuesto Predial, vigente para el Ejercicio Fiscal 2014, la que en Anexo II forma parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 3.- Aprobar los Valores Unitarios a costo directo para Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva de algunas Obras Complementarias e Instalaciones Fijas y Permanentes vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014, los que en Anexo III forman parte integrante de la presente Resolución. Dichos valores podrán ser utilizados de manera opcional por los Gobiernos Locales o contribuyentes como una guía, a fin de complementar el autoavalúo en caso tuviera que declararse el rubro instalaciones fijas y permanentes; sin perjuicio que, el contribuyente pueda efectuar su declaración del citado rubro, según la metodología indicada en el Anexo II del artículo 2 de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

RENÉ CORNEJO DÍAZ
Ministro de Vivienda,
Construcción y Saneamiento

ANEXO I
CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIÓN
LIMA METROPOLITANA Y PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, COSTA, SIERRA Y SELVA - EJERCICIO FISCAL 2014
CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES PARA LIMA METROPOLITANA
Y PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO AL 31 DE OCTUBRE DE 2013

R.M. Nº 278-2013-VIVIENDA

FECHA: 28 de octubre de 2013

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
ESTRUCTURAS			ACABADOS			INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS	
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTI- MIENTOS (5)	BAÑOS (6)		
A	ESTRUCTURAS LAMINA- RES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACIÓN Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRE- CARGA MAYORA 300 KG/M2	MÁRMOL IMPORTADO, PIEDRAS NATURALES IMPORTADAS, PORCELANATO.	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNA- MENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) VIDRIO INSULADO. (1)	MÁRMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACÚSTICO EN TECHO O SIMILAR.	BAÑOS COMPLETOS (7) DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MÁRMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN ESPECIAL, VENTILACIÓN FORZADA, SIST. HIDRONEUMÁTICO, AGUA CALIENTE Y FRÍA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, SISTEMA BOMBEO DE AGUA Y DESAGÜE (5) TELÉFONO, GAS NATURAL
	424.74	257.97	227.82	230.50	248.45	81.84	246.39
B	COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METÁLICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MÁRMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERÁMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO TRA- TADO POLARIZADO (2) Y CURVADO, LAMINADO O TEMPLADO	MÁRMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) IMPORTADOS CON MAYÓLICA O CERÁMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE (5), ASCENSOR TELÉFONO, AGUA CALIENTE Y FRÍA, GAS NATURAL
	273.64	163.31	136.55	121.67	169.51	63.84	179.91
C	PLACAS DE CONCRETO E- 10 A 15 CM ALBAÑILERÍA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE DE CONCRETO ARMADO	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHEMBRADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRATADO POLARIZADO. (7) LAMINADO O TEMPLADO	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES CON MAYÓLICA O CERÁMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUAL AL PUNTO 'B' SIN ASCENSOR.
	160.83	139.29	80.03	78.67	139.69	44.30	113.69
D	LADRILLO O SIMILAR SIN ELEMENTOS DE CONCRE- TO ARMADO. DRYWALL O SIMILAR IN- CLUYE TECHO (6)	CALAJUNA METÁLICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERÍA METÁLICA.	PARQUET DE 1era., LAJAS, CERÁMICA NACIONAL, LOSETA VENEZIANA 40x40, PISO LAMINADO.	VENTANAS DE ALUMINIO FUERTAS DE MADERA SELETA, VIDRIO TRATADO TRANSPARENTE (3)	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS (7). NACIONALES CON BLANCOS CON MAYÓLICA BLANCA.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFÁSICA, TELÉFONO, GAS NATURAL
	162.61	88.41	79.42	68.91	107.33	23.63	71.81
E	ADOBE, TAPIAL O QUINCHA	MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2da. LOSETA VENEZIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO FUERTAS DE MADERA SELETA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4)	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYÓLICA BLANCA. PARCIAL	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO, GAS NATURAL
	128.54	32.96	53.21	58.96	73.84	13.90	62.15
F	MADERA ESTORAQUE, PUMAQUIRO, HUAYRURO, MACHINGA, CATARUA AMARILLA, COPAIBA, DIABLO FUERTE, TOROILLO O SIMILARES) DRYWALL O SIMILAR (SIN TECHO)	CALAJUNA METÁLICA FIBROCEMENTO O TEJA SOBRE VIGUERÍA DE MADERA CORRIENTE.	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO. ALFOMBRA	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, FUERTAS CONTRA PLA- CADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR), FUER- TAS MATERIAL MDF o HDF. VIDRIO SIMPLE TRANS- PARENTE (4)	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDURADO, PINTURA LAVABLE.	BAÑOS BLANCOS SIN MAYÓLICA.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO GAS NATURAL
	96.82	18.13	38.34	44.26	52.05	10.25	29.84
G	PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO.	MADERA RÚSTICA O CAÑA CON TORTA DE BARRO.	LOSETA VINÍLICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO. TAPIZÓN	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURAL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BÁSICOS DE LOSA DE 24x, FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO
	57.06	12.43	32.07	23.91	42.68	7.12	27.68
H		SIN TECHO	CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RÚSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RÚSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA SIN EMPOTRAR.
		0.00	20.87	11.95	17.07	0.00	14.95
I			TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		SIN INSTALACIÓN ELÉCTRICA NI SANITARIA.
			4.01	0.00	0.00		0.00

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5% A PARTIR DEL 5 PISO

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACIÓN DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE CADA UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES.

- (1) REFERIDO AL DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO, CON PROPIEDADES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO. (2) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, SON COLOREADOS EN SU MASA PERMITIENDO LA VISIBILIDAD ENTRE 14% Y 83%.
(3) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, PERMITEN LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%. (4) REFERIDO AL VIDRIO PRIMARIO SIN TRATAMIENTO, PERMITEN LA TRANSMISIÓN DE LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.
(5) SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA Y DESAGÜE, REFERIDO A INSTALACIONES INTERIORES SUBTERRÁNEAS (CISTERNAS, TANQUES SÉPTICOS) Y AÉREAS (TANQUES ELEVADOS) QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA EDIFICACIÓN. (6) PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LA COLUMNA N°2.
(7) SE CONSIDERA COMO MÍNIMO LAVATORIO, INODORO Y DUCHA O TINA.

**CUÁDRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES
PARA LA COSTA (EXCEPTO LIMA METROPOLITANA Y CALLAO) AL 31 DE OCTUBRE DE 2013**

R.M. Nº 278-2013-VIVIENDA

FECHA: 28 de octubre de 2013

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA						
ESTRUCTURAS			ACABADOS			INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANTARIAS
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTI- MIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
A ESTRUCTURAS LAMINA- RES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACION Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRE- CARGA MAYOR A 300 KG/M2	MARMOL IMPORTADO, PIEDRAS NATURALES IMPORTADAS, PORCELANATO.	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNA- MENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) VIDRIO INSULADO. (1)	MARMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACUSTICO EN TECHO O SIMILAR.	BAÑOS COMPLETOS (7) DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MARMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACION ESPECIAL, VENTILACION FORZADA, SIST. HIDRONEUMATICO, AGUA CALIENTE Y FRIA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, SISTEMA BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE. (5) TELEFONO.
420.49	255.39	225.54	228.20	245.96	83.00	239.52
B COLUMNAS, VIGAS Y/O CONCRETO ARMADO Y/O METALICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MARMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERAMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO TRATA- DO POLARIZADO (2) Y CURVADO, LAMINADO O TEMPLADO	MARMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) IMPORTADOS CON MAYOLICA O CERAMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE (5), ASCENSOR TELEFONO, AGUA CALIENTE Y FRIA.
271.19	166.62	135.19	120.46	196.62	63.20	173.70
C PLACAS DE CONCRETO E=10 A 15 CILABANILERA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE DE CONCRETO ARMADO	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHEMBADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRATADO POLARIZADO. (2) LAMINADO O TEMPLADO	SUPERFICIE CARAVISTA OSTENDIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES CON MAYOLICA O CERAMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUAL AL PUNTO "B" SIN ASCENSOR.
186.94	137.90	69.13	77.69	138.49	43.85	109.27
D LADRILLO O SIMILAR SIN ELEMENTOS DE CONCRE- TO ARMADO. DRYWALL O SIMILAR IN- CLUYE TECHO (6)	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERIA METALICA.	PARQUET DE 1 ^{da} . LAJAS, CERAMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40, PISO LAMINADO.	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRATADO TRANSPARENTE (3)	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES BLANCOS CON MAYOLICA BLANCA.	AGUA FRIA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFASICA, TELEFONO.
180.78	87.53	78.62	68.22	106.25	23.40	68.53
E ADOBE, TAPIAL O QUINCHA	MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2 ^{da} . LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4)	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYOLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRIA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFASICA, TELEFONO.
127.26	32.53	52.63	58.37	73.10	13.76	49.82
F MADERA (ESTORAQUE, PILMAQUIRO, HUAYRURU O, MACHINGA, CATAHUA AMARILLA, COPALBA, DIABLO FUERTE, TORNILLO O SIMILARES) DRY WALL O SIMILAR (SIN TECHO)	CALAMINA METALICA FIBROCEMENTO O TEJA SOBRE VIGUERIA DE MADERA CORRIENTE.	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO. ALFOVORA	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLA- CADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR), PUER- TAS MATERIAL MDF o HDF VIDRIO SIMPLE TRANSP- ARENTE (4)	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDEURADO, PINTURA LAVABLE.	BAÑOS BLANCOS SIN MAYOLICA.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA, TELÉFONO
95.85	17.95	35.97	43.82	51.53	10.25	27.40
G PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO.	MADERA RUSTICA O CAÑA CON TORTA DE BARRO.	LOSETA VINILICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO. TAPIZÓN	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BASICOS DE LOSA DE 2da, FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRIA, CORRIENTE MONOFASICA SIN EMPOTRAR.
66.48	12.34	31.75	23.67	42.26	7.04	14.88
H	SIN TECHO	CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RUSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RUSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANTARIOS.	SIN INSTALACION ELECTRICA NI SANTARIA.
-----	0.00	19.87	11.83	16.90	0.00	0.00
I		TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
-----	-----	3.97	0.00	0.00	-----	-----

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5% A PARTIR DEL 5 PISO

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACION DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE CADA UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO DE ACUERDO A SUS CARACTERISTICAS PREDOMINANTES. LA DEMARCAACION TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACION DEL PRESENTE CUADRO. ASARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN EL TERRITORIO SOBRE LA VERTIENTE OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES Y LIMITANDO: AL NORTE POR LA FRONTERA CON EL ECUADOR; AL SUR POR LA FRONTERA CON CHILE; AL OESTE POR LA LINEA DE BAJA MAREA DEL LITORAL; Y AL ESTE POR UNA LINEA QUE SIGUE APROXIMADAMENTE LA CURVA DEL NIVEL DE 2000 m.s.n.m.

(1) REFERIDO AL DOBLE VIDRIADO HERMETICO, CON PROPIEDADES DE AISLAMIENTO TERMICO Y ACUSTICO.

(2) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECANICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACUSTICO Y TERMICO, SON COLOREADOS EN SU MASA PERMITIENDO LA VISIBILIDAD ENTRE 14% Y 83%.

(3) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECANICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACUSTICO Y TERMICO, PERMITEN LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.

(4) REFERIDO AL VIDRIO PRUARIO SIN TRATAMIENTO, PERMITEN LA TRANSMISION DE LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.

(5) SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE, REFERIDO A INSTALACIONES INTERIORES SUBTERRANEAS (CISTERNAS, TANQUES SEPTICOS) Y AEREAS (TANQUES ELEVADOS) FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA EDIFICACION.

(6) PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LA COLUMNA N° 2

(7) SE CONSIDERA COMO MÍNIMO LAVATORIO, INODORO Y DUCHA O TINA.

**CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES
PARA LA SIERRA AL 31 DE OCTUBRE DE 2013.**

RLM Nº 278 2013-VIVIENDA

FECHA: 28 de octubre de 2013

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS	
MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTI- MIENTOS (5)	BAÑOS (6)		
A	ESTRUCTURAS LAMINA- RES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACIÓN Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRE- CARGA MAYOR A 300 KG/M2	MÁRMOL IMPORTADO, PIEDRAS NATURALES IMPORTADAS, PORCELANATO.	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNA- MENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) VIDRIO INSULADO. (1)	MÁRMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACÚSTICO EN TECHO O SIMILAR.	BAÑOS COMPLETOS (7) DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MÁRMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN ESPECIAL, VENTILACIÓN FORZADA, SIST. HIDRONEUMÁTICO, AGUA CALIENTE Y FRÍA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, SISTEMA BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE.(5) TELÉFONO.
	468.40	243.55	172.82	184.87	233.28	82.74	294.83
B	COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METÁLICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MÁRMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERÁMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO TRATA- DO POLARIZADO (2) Y CURVADO, LAMINADO O TEMPLADO	MÁRMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) IMPORTADOS CON MAYÓLICA O CERÁMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, ASCENSOR TELÉFONO, AGUA CALIENTE Y FRÍA.
	278.57	167.45	144.10	163.78	186.54	59.17	173.41
C	PLACAS DE CONCRETO E- 10 A 15 CALABANILERA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE DE CONCRETO ARMADO	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHUEBRADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRATADO POLARIZADO. (2) LAMINADO O TEMLADO	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES CON MAYÓLICA O CERÁMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUAL AL PUNTO 'B' SIN ASCENSOR.
	202.53	117.36	93.41	119.57	154.47	38.66	129.28
D	LADRILLO, SILLAR O SIMILAR SIN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO, DRYWALL O SIMILAR IN- CLUYE TECHO (6)	CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERÍA METÁLICA.	PARQUET DE 1era., LAJAS, CERÁMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40, PISO LAMINADO.	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRATADO TRANSPARENTE (3)	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES BLANCOS CON MAYÓLICA BLANCA.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFÁSICA, TELÉFONO.
	187.87	79.46	76.59	70.13	118.16	23.65	73.24
E	ADOBE, TAPIALO O QUINCHA	MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4)	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYÓLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO.
	146.85	36.48	63.34	53.57	89.30	11.63	40.78
F	MADERA (ESTORAQUE, PUJAGUIRO, HUAYRURO, MACHINGA, CATAHUA AMARILLA, COPAIBA, D'ABLO FUERTE, TORCILLO O SIMILARES) DRY WALL O SIMILAR (SIN TECHO)	CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO O TEJA SOBRE VIGUERÍA DE MADERA CORRIENTE.	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO. ALFOMBRA	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLA- CADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR), PUERTAS MATERIAL MDF o HDF. VIDRIO SUPLE TRANSPARENTE (4)	TARAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDEADO, PINTURA LAVABLE.	BAÑOS BLANCOS SIN MAYÓLICA.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA. TELÉFONO
	81.58	29.14	51.73	41.43	58.62	8.85	26.49
G	PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO.	SIN TECHO	LOSETA VINÍLICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO. TAPIZÓN.	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BÁSICOS DE LOSA DE 2da, FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA SIN EMPOTRAR.
	53.96	0.00	33.70	24.41	43.55	6.77	15.61
H			CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RÚSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RÚSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	SIN INSTALACIÓN ELECTRICA NI SANITARIA.
	---	---	20.91	12.21	17.42	0.00	0.00
I			TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
	---	---	4.60	0.00	0.00	---	---

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5% A PARTIR DEL 5 PISO

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACION DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO, DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES. LA DEMARCAION TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACION DEL PRESENTE CUADRO. ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN LA FAJA LONGITUDINAL DEL TERRITORIO LIMITADA, AL NORTE POR LA FRONTERA CON ECUADOR, AL SUR POR LA FRONTERA CON CHILE Y BOLIVIA. AL OESTE POR LA CURVA DE NIVEL DE 2000 m s n.m QUE LA SEPARA DE LA COSTA ESTE, POR UNA CURVA DE NIVEL QUE LA SEPARA DE LA SELVA, QUE PARTIENDO DE LA FRONTERA CON EL ECUADOR, CONTIENE HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RÍO NOVA, AFLUENTE DEL SAN ALEJANDRO, EN DONDE ASCIENDE HASTA LA COTA 2000 Y CONTIENE POR ESTA HACIA EL SUR HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RÍO SANABEN, AFLUENTE DEL ENE, DE ESTE PUNTO BAJA HASTA LA COTA 1500 Y CONTIENE HASTA LA FRONTERA CON BOLIVIA.

(1) REFERIDO AL DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO, CON PROPIEDADES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO. (2) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, SON COLOREADOS EN SU MASA PERMITIENDO LA VISIBILIDAD ENTRE 14% Y 83%. (3) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, PERMITEN LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%. (4) REFERIDO AL VIDRIO PRIMARIO SIN TRATAMIENTO, PERMITEN LA TRANSMISIÓN DE LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%. (5) SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE, REFERIDO A INSTALACIONES INTERIORES SUBTERRÁNEAS (CISTERNAS, TANQUES SÉPTICOS) Y AÉREAS (TANQUES ELEVADOS) QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA EDIFICACIÓN (6) PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LA COLUMNA N° 2 (7) SE CONSIDERA COMO MÍNIMO LAVATORIO, INODORO Y DUCHA O TINA.

CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES
PARA LA SELVA AL 31 DE OCTUBRE DE 2013

R.M. Nº 278-2013-VIVIENDA

FECHA: 28 de octubre de 2013

VALORES POR PARTIDAS EN NUEVOS SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA

	ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
	MUROS Y COLUMNIAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTI- MIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
A	ESTRUCTURAS LAMINA- RES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACION Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA Nº2	LOSA O ALGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 ML. CON SOBRE- CARGA MAYOR A 300 KG/M2	MÁRMOL IMPORTADO, PIEDRAS NATURALES IMPORTADAS, PORCELANATO.	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNA- MENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) VIDRIO INSULADO. (1)	MÁRMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACÚSTICO EN TECHO O SIMILAR.	BAÑOS COMPLETOS (8) DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MÁRMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN ESPECIAL, VENTILACIÓN FORZADA, SIST. HIDRONEUMÁTICO, AGUA CALIENTE Y FRIA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, SISTEMA BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE.(5) TELÉFONO.
	490.62	251.27	306.28	207.84	246.45	69.92	303.56
B	COLUMNIAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METÁLICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MÁRMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERÁMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO TRATA- DO POLARIZADO (2) Y CURVADO, LAMINADO O TEMPLADO	MÁRMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (8) IMPORTADOS CON MAYÓLICA O CERÁMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, ASCENSOR TELÉFONO, AGUA CALIENTE Y FRIA.
	334.75	177.49	140.78	165.10	170.12	64.00	182.09
C	PLACAS DE CONCRETO E=10 A 15 CM ALBAÑILERÍA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNIAS Y VIGAS DE AMARRE DE CONCRETO ARMADO	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHEMBRADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRATADO POLARIZADO. (2) LAMINADO O TEMPLADO	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (8) NACIONALES CON MAYÓLICA O CERÁMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUAL AL PUNTO "B" SIN ASCENSOR.
	247.65	134.13	96.49	125.81	145.14	45.16	132.97
D	LADRILLO O SIMILAR DRY- WALL O SIMILAR INCLUYE TECHO. (7)	CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO SOBRE VISERÍA METÁLICA.	PARQUET DE 1era., LAJAS, CERÁMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40, PISO LAMINADO.	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELETA, VIDRIO TRATADO TRANSPARENTE (3)	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS (8) NACIONALES BLANCOS CON MAYÓLICA BLANCA.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFÁSICA, TELÉFONO.
	191.48	116.54	81.79	84.33	104.89	30.62	73.95
E	MADERA SELETA TRATA- DA (6) SOBRE PLOTAJE DE MADERA CON BASE DE CONCRETO CON MUROS DE MADERA CONTRAPLA- CADA O SIMILAR	MADERA SELETA TRATADA (6) CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE.	PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELETA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4)	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYÓLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO.
	152.04	85.14	65.99	54.78	79.52	15.20	43.99
F	ADOBE O SIMILAR	CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO O TEJAS SOBRE TIERALES DE MADERA	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO. ALFOMBRA	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLA- CADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR), PUERTAS MATERIAL MDF o HDF. VIDRIO SIMPLE TRAN- SPARENTE (4)	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDURADO, PINTURA LAVABLE O BARNIZADO SOBRE MADERA	BAÑOS BLANCOS SIN MAYÓLICA.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA. TELÉFONO
	119.90	39.15	53.74	44.65	61.49	12.92	27.51
G	MADERA TRATADA (6) SELETA CON BASE DE CONCRETO CON MUROS DE MADERA TIPO CON- TRAPLACADA O SIMILAR DRYWALL O SIMILAR (SIN TECHO)	TECHOS DE PALMAS (CRISNEJAS)	LOSETA VINÍLICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO. TAPIZÓN	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BÁSICOS DE LOSA DE 2da, FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA SIN EMPOTRAR.
	103.87	30.80	44.43	26.35	51.39	8.89	16.29
H	MADERA CORRIENTE	SIN TECHO	CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RÚSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RÚSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	SIN INSTALACIÓN ELÉCTRICA NI SANITARIA.
	51.93	0.00	17.10	13.19	20.55	0.00	0.00
I	MADERA RÚSTICA		TIERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
	20.77	---	3.76	0.00	0.00	---	---
J	CAÑA GUAYAQUIL POZA O PINTOC						
	8.31	---	---	---	---	---	---

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5% A PARTIR DEL 5 PISO

EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACIÓN DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO, DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES. LA DEMARCACIÓN TERRITORIAL CONSIGNADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACIÓN DEL PRESENTE CUADRO. ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN EL TERRITORIO COMPROMENDIDO ENTRE LOS LÍMITES CON EL ECUADOR, COLOMBIA, BRASIL, BOLIVIA Y LA CURVA DE NIVEL DE 1500 m.s.n.m. DE LA VERTIENTE ORIENTAL DE LOS ANDES QUE PARTIENDO DE LA FRONTERA CON EL ECUADOR CONTIÚA HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RÍO NOVA, AFLUENTE DEL SAN ALEJANDRO, EN DONDE ASCIENDE HASTA LA COTA 2000 CONTIÚA POR ESTA HACIA EL SUR HASTA SU CONFLUENCIA CON EL SAVABENI AFLUENTE DEL ENE, DE ESTE PUNTO BAJA HASTA LA COTA 1500 POR LA QUE CONTIÚA HASTA LA FRONTERA CON BOLIVIA.

(1) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, SON COLOREADOS EN SU MASA PERMITIENDO LA VISIBILIDAD ENTRE 14% Y 83%.

(2) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, PERMITEN LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.

(3) REFERIDO AL VIDRIO PRIMARIO SIN TRATAMIENTO, PERMITEN LA TRANSMISIÓN DE LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.

(4) SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE REFERIDO A INSTALACIONES INTERIORES SUBTERRÁNEAS (CISTERNAS, TANQUES SÉPTICOS) Y AÉREAS (TANQUES ELEVADOS) QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA EDIFICACIÓN.

(5) REFERIDA A LOS TIPOS ESTORAQUE, PUNAZQUIRO, HUAYLIRIO, MACHINGA, CATARINIA AMARILLA, COPRABA, DIABLO FUERTE, TORNILLO O SIMILARES.

(6) PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LA COLUMNA Nº 2. (7) SE CONSIDERA COMO MÍNIMO LAVATORIO, INODORO Y DUCHA O TIRA.

ANEXO II

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA BASE IMPONIBLE DE LAS INSTALACIONES FIJAS Y PERMANENTES PARA EL CÁLCULO DEL IMPUESTO PREDIAL

Para la determinación de la base imponible de las instalaciones fijas y permanentes, para el cálculo del impuesto predial, se tomará como metodología lo señalado en el Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú en su Título II, Capítulo D y Artículo II.D.31.

"Las edificaciones con características o usos especiales, las obras complementarias, las instalaciones fijas y permanentes, así como las construcciones inconclusas se valorizarán de acuerdo a los elementos que las conforman, y la depreciación por antigüedad y estado de conservación será estimada por el perito en concordancia con las características y vida útil de dichas obras".

"Para el caso de valuaciones reglamentarias se aplicará el factor de oficialización vigente conforme a lo estipulado en el artículo II.A.07."

Para identificar las obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes, se deberá tener en cuenta el ARTÍCULO II. A.04 del Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú, que a la letra dice:

"Son obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes todas las que se encuentran adheridas físicamente al suelo ó a la construcción, y no pueden ser separadas de éstos sin destruir, deteriorar, ni alterar el valor del predio porque son parte integrante y funcional de éste, tales como cercos, instalaciones de bombeo, cisternas, tanques elevados, instalaciones exteriores eléctricas y sanitarias, ascensores, instalaciones contra incendios, instalaciones de aire acondicionado, piscinas, muros de contención, subestación eléctrica, pozos para agua o desagüe, pavimentos y pisos exteriores, zonas de estacionamiento, zonas de recreación, y otros que a juicio del perito valuador puedan ser calificados como tales".

Asimismo para la determinación del valor de las construcciones especiales, cuyas características constructivas presenten tijaerales de 1 o 2 aguas, techos parabólicos, semicirculares, horizontales, etc., que posean como elemento estructural la madera y/o metálicos, se aplicará la metodología establecida en el presente anexo, siempre y cuando posean la condición de una instalación fija y permanente, en las citadas valorizaciones deberán contener los parámetros constructivos que la conforman tales como, cimentación, columnas, vigas, tabiquería, cobertura, pisos, puertas y ventanas, baños, instalaciones eléctricas y sanitarias

Metodología.-

Para la determinación del valor de las edificaciones con características especiales, las obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes, se deberán efectuar los correspondientes análisis de costos unitarios de cada una de las partidas que conforman la instalación, considerando exclusivamente su costo directo, no deben incluir los gastos generales, utilidad e impuestos. Los valores resultantes deben estar referidos al 31 de octubre del año anterior.

La resultante del valor obtenido se multiplicará por el **FACTOR DE OFICIALIZACIÓN: Fo = 0,68.**

ANEXO III

CUADROS DE VALORES UNITARIOS A COSTO DIRECTO DE ALGUNAS OBRAS COMPLEMENTARIAS E INSTALACIONES FIJAS Y PERMANENTES PARA LIMA METROPOLITANA Y PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, COSTA, SIERRA y SELVA - EJERCICIO FISCAL 2014

ANEXO III

VALORES UNITARIOS A COSTO DIRECTO DE ALGUNAS OBRAS COMPLEMENTARIAS E INSTALACIONES FIJAS Y PERMANENTES LIMA METROPOLITANA Y PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO AL 31 DE OCTUBRE DE 2013

R.M. N° 278-2013-VIVIENDA

FECHA: 28 OCTUBRE 2013

Item	Descripción de las obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 \$/.
1	Muros perimétricos o cercos	Muro de concreto armado que incluye armadura y cimentación, espesor: hasta 0.25 m. Altura (h): hasta 2.40 m.	m2	305.02

Item	Descripción de las obras complementarias e instalaciones fijas y permanentes	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 \$/.
2	Muros perimétricos o cercos	Muro traslucido de concreto armado (tipo URF) y/o metálico que incluye cimentación. h: 2.40 m.	m2	263.98
3	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, tarrajado, amare en soga, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación, h: mayor a 2.40 m.	m2	235.53
4	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar tarrajado, amare de soga, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación. h. hasta 2.40 m.	m2	205.02
5	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, amare en soga, con columnas de concreto armado, solaqueados h. hasta 2.40 m.	m2	168.74
6	Muros perimétricos o cercos	Cercos de fierro/aluminio	m2	121.93
7	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar amarrado en soga que incluye cimentación.	m2	135.54
8	Muros perimétricos o cercos	Muro de adobe, tapial o quincha tarrajado	m2	92.84
9	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo o similar tarrajado, amare de cabeza con columnas de concreto armado h. hasta 2.40 m.	m2	252.95
10	Portones y puertas	Puerta de fierro, aluminio o similar de h. 2.20 m. con un ancho de hasta 2.00 m.	m2	378.50
11	Portones y puertas	Puerta de fierro con plancha metálica de h. 2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	357.91
12	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h. mayor de 3.00 m hasta 4.00 m.	m2	298.05
13	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con ancho de hasta 2.00 m.	m2	292.91
14	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	268.21
15	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h. hasta 3.00 m.	m2	250.25
16	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una altura mayor a 4.00 m.	m2	223.24
17	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	820.93
18	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéstereno o similar, mayor de 1.00 m3.	m3	797.33
19	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad mayor de 5.00 m3.	m3	689.03
20	Tanques elevados (Opcional)	Tanque de concreto armado con capacidad mayores a 15.00 m3.	m3	609.19
21	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéstereno o similar capacidad hasta 1.00 m3.	m3	577.54
22	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque sistema de plástico, fibra de vidrio, poliéstereno o similar capacidad mayor de 1.00 m3.	m3	816.45
23	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	849.58
24	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 10.00 m3.	m3	706.99
25	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 20.00 m3.	m3	621.27
26	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema, pozo de ladrillo tarrajado, hasta 5.00 m3	m3	615.07
27	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad mayor de 20.00 m3.	m3	511.42
28	Cisternas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque de plástico, fibra de vidrio, poliéstereno o similar con capacidad hasta 1.00 m3.	m3	505.05
29	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 5.00 m3.	m3	839.25
30	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 10.00 m3.	m3	747.26
31	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua concreto armado con mayólica, capacidad mayores a 10.00 m3.	m3	713.50
32	Piscinas, espejos de agua	Piscina de ladrillo kk con pintura.	m3	545.09

Item	Descripción de las obras complementarias o instalaciones fijas y permanentes	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
33	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Losa de concreto armado espesor 4"	m2	101.89
34	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Asfalto espesor 2"	m2	72.71
35	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Losa de concreto simple espesor hasta 4"	m2	82.49
36	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Concreto para veredas espesor 4"	m2	62.58
37	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de concreto armado con enchape de ladrillo refractario.	m3	1,030.50
38	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de ladrillo con enchape de ladrillo refractario.	m3	861.37
39	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de adobe	m3	259.31
40	Torres de vigilancia	Estructura de concreto armado que incluye torre de vigilancia.	und	4,187.73
41	Torres de vigilancia	Estructura de concreto armado no incluye torre de vigilancia.	und	2,600.21
42	Bóvedas de seguridad.	Bóveda de concreto armado reforzado	m3	984.32
43	Balanzas industriales	Balanza industrial de concreto armado (obra civil)	m3	501.00
44	Postes de alumbrado	Poste de concreto/ferro que incluye un reflector	und	1,337.15
45	Bases de soporte de máquinas	Dados de concreto armado	m3	1,199.69
46	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 24"x24"	und	216.98
47	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 12"x24"	und	183.85
48	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 10"x20"	und	179.79
49	Buzón de concreto	Buzón de concreto standard	und	1,626.64
50	Parapeto	Parapeto ladrillo KK, de cabeza, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	136.11
51	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de sogá, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	108.47
52	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de cabeza, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	97.20
53	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de sogá, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	60.19
54	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armado / acabados	m3	3,903.38
55	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armados / acabados	m3	3,136.95
56	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa o grada de concreto / encofrado	m3	1,276.84
57	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa de concreto / encofrado	m3	1,026.06
58	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 20 cm.	m3	949.55
59	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 20 cm.	m3	844.71
60	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 20 cm.	m3	824.91
61	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 15 cm.	m3	841.27
62	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 15 cm.	m3	707.67
63	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 15 cm.	m3	683.14
64	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 6.00 m. (va del 1er piso al 3er piso)	und	5,898.79
65	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. (va del 1er piso al 2do piso)	und	3,093.94
66	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. de un piso a otro (entre pisos)	und	2,798.85

Item	Descripción de las obras complementarias o instalaciones fijas y permanentes	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
67	Pastoral	Pastorelas h = 2.20 m.	und	335.99
68	Proyectores luminaria	Proyectores luminaria, 250 W, vapor de sodio, instalación, cableado.	und	640.42
69	Proyectores luminaria	Proyectores luminaria, 150 W, vapor de mercurio, instalación, cableado.	und	592.23
70	Tuberías de concreto	Tubería de concreto armado D=1.20 m.	ml	372.25
71	Tuberías de concreto	Tubería de concreto D=18" (45 cm)	ml	222.93
72	Canaleta de concreto armado	Canaleta de concreto sin rejillas	ml	53.10
73	Zanjas de concreto	Zanja de concreto armado (taleros)	ml	516.80
74	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 12.00 m.	pza	2,646.82
75	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 11.00 m.	pza	2,143.56
76	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 10.00 m.	pza	1,861.21
77	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 9.00 m.	pza	1,533.94
78	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 8.00 m.	pza	1,337.15
79	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 7.00 m.	pza	1,096.93
80	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 3.00 m.	pza	553.80
81	Cubiertas	Cubierta de tejas de arcillas o similar	m2	76.53
82	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelero asentado o mezcla 1:5	m2	49.48
83	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelero asentado o barro	m2	49.60
84	Cubiertas	Cubierta con torta de barro 2"	m2	26.98
85	Pasamano Metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 3" diam.	ml	256.80
86	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 2" diam.	ml	148.59
87	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 1" diam.	ml	106.29
88	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang. 1", malla 2" x 2", Alam. #8	m2	141.32
89	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam #10	m2	136.76
90	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam #12	m2	122.86
91	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 4 m.	pza	250.85
92	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 2.50 m.	pza	152.90
93	Sardinel	Sardinel de concreto e=0.15m; peralado, acabado sin pintura. Altura de peralte: 0.35 m.	ml	74.59
94	Sardinel	Sardinel de concreto e=0.15m; peralado, acabado con pintura. Altura de peralte: 0.35 m.	ml	87.26
95	Pista o pavimento de concreto	Pista o losa de concreto de 6"	m2	124.19
96	Trampa de concreto para grasa	Trampa de concreto armado para grasa	m3	839.31

NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS CONSIGNADOS SON A COSTO DIRECTO; PARA EFECTOS DEL USO DE ESTOS VALORES, SE DEBERÁ CONSIDERAR EN EL CÁLCULO EL FACTOR DE OFICIALIZACIÓN = 0.68 Y LA DEPRECIACIÓN RESPECTIVA.

ANEXO III
VALORES UNITARIOS A COSTO DIRECTO
DE ALGUNAS OBRAS COMPLEMENTARIAS E INSTALACIONES
FIJAS Y PERMANENTES PARA LA COSTA
(EXCEPTO LIMA METROPOLITANA Y CALLAO) AL 31 DE OCTUBRE DE 2013

R.M. N° 278-2013-VIVIENDA

FECHA: 28 OCTUBRE 2013

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
1	Muros perimétricos o cercos	Muro de concreto armado que incluye armadura y cimentación, espesor: hasta 0.25 m. Altura (h): hasta 2.40 m.	m2	288.48
2	Muros perimétricos o cercos	Muro traslucido de concreto armado (tipo UNI) y/o metálico que incluye cimentación. h: 2.40 m.	m2	258.32

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
3	Muros perimétricos cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, tarrajado, amarrado en soga, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación, h: mayor a 2.40 m.	m2	231.46
4	Muros perimétricos cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar tarrajado, amarrado en soga, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación, h: hasta 2.40 m.	m2	200.62
5	Muros perimétricos cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, amarrado en soga, con columnas de concreto armado, solaqueados h: hasta 2.40 m.	m2	165.12
6	Muros perimétricos cercos	Cerco de fierro/aluminio	m2	119.32
7	Muros perimétricos cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar amarrado en soga que incluye cimentación.	m2	132.64
8	Muros perimétricos cercos	Muro de adobe, tapial o quincha tarrajado	m2	90.85
9	Muros perimétricos cercos	Muro de ladrillo o similar tarrajado, amarrado de cabeza con columnas de concreto armado h: hasta 2.40 m.	m2	247.53
10	Portones y puertas	Puerta de fierro, aluminio o similar de h: 2.20 m. con un ancho de hasta 2.00 m.	m2	370.39
11	Portones y puertas	Puerta de fierro con plancha metálica de h: 2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	350.24
12	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h: mayor de 3.00 m hasta 4.00 m.	m2	291.66
13	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con ancho de hasta 2.00 m.	m2	286.63
14	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	262.46
15	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h: hasta 3.00 m.	m2	244.88
16	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una altura mayor a 4.00 m.	m2	218.46
17	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	603.33
18	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéster o similar, mayor de 1.00 m3.	m3	780.24
19	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad mayor de 5.00 m3.	m3	674.26
20	Tanques elevados (Opcionales)	Tanque de concreto armado con capacidad mayores a 15.00 m3.	m3	556.13
21	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéster o similar capacidad hasta 1.00 m3.	m3	565.16
22	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque sistema de plástico, fibra de vidrio, polietileno o similar capacidad mayor de 1.00 m3.	m3	798.94
23	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	831.37
24	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 10.00 m3.	m3	691.83
25	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 20.00 m3.	m3	607.95
26	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema, pozo de ladrillo tarrajado, hasta 5.00 m3	m3	601.89
27	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad mayor de 20.00 m3.	m3	506.46
28	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque de plástico, fibra de vidrio, polietileno o similar con capacidad hasta 1.00 m3.	m3	494.22
29	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 5.00 m3.	m3	879.97
30	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 10.00 m3.	m3	731.24
31	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua concreto armado con mayólica, capacidad mayores a 10.00 m3.	m3	698.20
32	Piscinas, espejos de agua	Piscina de ladrillo kk con pintura.	m3	533.40
33	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Losa de concreto armado espesor 4"	m2	99.70

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
34	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Asfalto espesor 2"	m2	71.15
35	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Losa de concreto simple espesor hasta 4"	m2	80.72
36	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Concreto para veredas espesor 4"	m2	61.24
37	Homos, chimeneas, incineradores	Horno de concreto armado con enchape de ladrillo refractario.	m3	1,008.40
38	Homos, chimeneas, incineradores	Horno de ladrillo con enchape de ladrillo refractario.	m3	842.90
39	Homos, chimeneas, incineradores	Horno de adobe	m3	253.75
40	Torres de vigilancia 1/	Estructura de concreto armado que incluye torre de vigilancia.	und	4,097.95
41	Torres de vigilancia 1/	Estructura de concreto armado no incluye torre de vigilancia.	und	2,544.47
42	Bóvedas	Bóveda de concreto armado reforzado	m3	563.22
43	Balanzas industriales	Balanza industrial de concreto armado (obra civil)	m3	490.26
44	Postes de alumbrado	Poste de concreto/fierro que incluye un reflector	und	1,308.48
45	Bases de soporte de máquinas	Dados de concreto armado	m3	1,173.97
46	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 24"x24"	und	212.32
47	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 12"x24"	und	179.91
48	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 10"x20"	und	175.54
49	Buzón de concreto	Buzón de concreto standard	und	1,591.77
50	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de cabeza, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	133.19
51	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de soga, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	106.14
52	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de cabeza, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	95.12
53	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de soga, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	58.90
54	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armado / acabados	m3	3,819.70
55	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armados / acabados	m3	3,069.70
56	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa o grada de concreto / encofrado	m3	1,249.46
57	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa de concreto s/encofrado	m3	1,004.07
58	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 20 cm.	m3	929.19
59	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 20 cm.	m3	826.60
60	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 20 cm.	m3	807.23
61	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 15 cm.	m3	823.23
62	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 15 cm.	m3	692.50
63	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 15 cm.	m3	668.49
64	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 6.00 m. (va del 1er piso al 3er piso)	und	5,772.32
65	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. (va del 1er piso al 2do piso)	und	3,033.48
66	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. de un piso a otro (entre pisos)	und	2,738.85
67	Pastoral	Pastorales h = 2.20 m.	und	328.79
68	Proyectors luminaria	Proyectors luminaria, 250 W, vapor de sodio, instalación, cableado	und	626.69
69	Proyectors luminaria	Proyectors luminaria, 150 W, vapor de mercurio, instalación, cableado.	und	579.53

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V.U 2014 S/.
70	Tuberías de concreto	Tubería de concreto armado D=120 m.	ml	364.27
71	Tuberías de concreto	Tubería de concreto D=18" (45 cm)	ml	218.15
72	Canaleta de concreto armado	Canaleta de concreto sin rejillas	ml	51.97
73	Zanjas de concreto	Zanja de concreto armado (talleres)	ml	505.72
74	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 12.00 m.	pza	2,590.08
75	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 11,00 m.	pza	2,097.60
76	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 10,00 m.	pza	1,821.31
77	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 9,00 m.	pza	1,501.05
78	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 8,00 m.	pza	1,308.48
79	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 7,00 m.	pza	1,073.41
80	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 3,00 m.	pza	541.93
81	Cubiertas	Cubierta de tejas de arcillas o similar	m2	74.89
82	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelerero asentado c/mezcla 1:5	m2	48.42
83	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelerero asentado c/barro	m2	48.54
84	Cubiertas	Cubierta con torta de barro 2"	m2	26.40
85	Pasamano Metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 3" diam.	ml	251.29
86	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 2" diam.	ml	145.41
87	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 1" diam.	ml	104.01
88	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang. 1", malla 2" x 2", Alam. #8	m2	139.29
89	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam #10	m2	133.83
90	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam #12	m2	120.23
91	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 4 m.	pza	245.47
92	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 2.50 m.	pza	149.62
93	Sardinel	Sardinel de concreto e=0,15m; peraltado, acabado sin pintura Altura de peralte: 0.35 m.	ml	72.99
94	Sardinel	Sardinel de concreto e=0,15m; peraltado, acabado con pintura Altura de peralte: 0.35 m.	ml	85.39
95	Pista o pavimento de concreto	Pista o losa de concreto de 6"	m2	121.53
96	Trampa de concreto para grasa	Trampa de concreto armado para grasa	m3	821.32

NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS CONSIGNADOS SON A COSTO DIRECTO; PARA EFECTOS DEL USO DE ESTOS VALORES, SE DEBERÁ CONSIDERAR EN EL CÁLCULO EL FACTOR DE OFICIALIZACIÓN = 0,68 Y LA DEPRECIACIÓN RESPECTIVA.

ANEXO III
VALORES UNITARIOS A COSTO DIRECTO DE ALGUNAS OBRAS COMPLEMENTARIAS E INSTALACIONES FIJAS Y PERMANENTES PARA LA SIERRA AL 31 DE OCTUBRE DE 2013

R.M. N° 278 -2013-VIVIENDA

FECHA: 28 OCTUBRE 2013

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V.U 2014 S/.
1	Muros perimétricos o cercos	Muro de concreto armado que incluye armadura y cimentación, espesor hasta 0,25 m. Altura (h): hasta 2.40 m.	m2	306.67
2	Muros perimétricos o cercos	Muro trabeado de concreto armado (tipo UNI) y/o metálico que incluye cimentación. h: 2.40 m.	m2	255.41
3	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, tarrajado, amarre en sogá, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación, h: mayor a 2.40 m.	m2	237.81

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V.U 2014 S/.
4	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar tarrajado, amarre de sogá, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación. h: hasta 2.40 m.	m2	206.13
5	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, amarre en sogá, con columnas de concreto armado, solaqueados h: hasta 2.40 m.	m2	169.66
6	Muros perimétricos o cercos	Cerco de fierro/aluminio	m2	122.60
7	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar amarrado en sogá que incluye cimentación.	m2	136.29
8	Muros perimétricos o cercos	Muro de adobe, tapial o quincha tarrajado	m2	93.34
9	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo o similar tarrajado, amarre de cabeza con columnas de concreto armado h: hasta 2.40 m.	m2	254.33
10	Portones y puertas	Puerta de fierro, aluminio o similar de h. 2.20 m. con un ancho de hasta 2.00 m.	m2	389.87
11	Portones y puertas	Puerta de fierro con plancha metálica de h. 2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	368.66
12	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h. mayor de 3.00 m hasta 4.00 m.	m2	299.67
13	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con ancho de hasta 2.00 m.	m2	294.50
14	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	269.66
15	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h. hasta 3.00 m.	m2	251.60
16	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una altura mayor a 4.00 m.	m2	224.45
17	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	845.58
18	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéstereno o similar, mayor de 1.00 m3.	m3	821.28
19	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad mayor de 5.00 m3.	m3	692.77
20	Tanques elevados (Opcional)	Tanque de concreto armado con capacidad mayores a 15.00 m3.	m3	612.50
21	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéstereno o similar capacidad hasta 1.00 m3.	m3	580.68
22	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque sistema de plástico, fibra de vidrio, polietileno o similar capacidad mayor de 1.00 m3.	m3	840.97
23	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	875.10
24	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 10.00 m3.	m3	728.22
25	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 20.00 m3.	m3	639.93
26	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema, pozo de ladrillo tarrajado, hasta 5.00 m3	m3	618.41
27	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad mayor de 20.00 m3.	m3	526.78
28	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque de plástico, fibra de vidrio, polietileno o similar con capacidad hasta 1.00 m3.	m3	520.21
29	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 5.00 m3.	m3	904.13
30	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 10.00 m3.	m3	751.32
31	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua concreto armado con mayólica, capacidad mayores a 10.00 m3.	m3	717.37
32	Piscinas, espejos de agua	Piscina de ladrillo kk con pintura.	m3	548.05
33	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Losa de concreto armado espesor 4"	m2	104.95
34	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Asfalto espesor 2"	m2	74.89

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
35	Locas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Losa de concreto simple espesor hasta 4"	m2	82.93
36	Locas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Concreto para veredas espesor 4"	m2	62.92
37	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de concreto armado con enchape de ladrillo refractario.	m3	1,051.45
38	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de ladrillo con enchape de ladrillo refractario.	m3	665.05
39	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de adobe	m3	260.72
40	Torres de vigilancia 1/	Estructura de concreto armado que incluye torre de vigilancia.	und	4,210.46
41	Torres de vigilancia 1/	Estructura de concreto armado no incluye torre de vigilancia.	und	2,614.33
42	Bóvedas	Bóveda de concreto armado reforzado	m3	1,013.69
43	Balanzas industriales	Balanza industrial de concreto armado (obra civil)	m3	503.72
44	Postes de alumbrado	Poste de concreto/ferro que incluye un reflector	und	1,344.41
45	Bases de soporte de máquinas	Dados de concreto armado	m3	1,206.29
46	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 24"x24"	und	218.15
47	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 12"x24"	und	184.85
48	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 10"x20"	und	180.77
49	Buzón de concreto	Buzón de concreto standard	und	1,535.47
50	Parapeto	Parapeto ladrillo KK, de cabeza, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	136.85
51	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de sogá, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	109.06
52	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de cabeza, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	97.73
53	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de sogá, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	60.52
54	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armado c/ acabados	m3	3,924.57
55	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armados s/ acabados	m3	3,153.98
56	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa o grada de concreto c/ encofrado	m3	1,283.77
57	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa de concreto s/encofrado	m3	1,031.63
58	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 20 cm.	m3	954.70
59	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 20 cm.	m3	849.29
60	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 20 cm.	m3	829.39
61	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 15 cm.	m3	845.84
62	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 15 cm.	m3	711.51
63	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 15 cm.	m3	686.85
64	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 6.00 m. (va del 1er piso al 3er piso)	und	5,930.81
65	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. (va del 1er piso al 2do piso)	und	3,116.77
66	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. de un piso a otro (entre pisos)	und	2,862.91
67	Pastoral	Pastorales h = 2.20 m.	und	337.82
68	Proyectores luminaria	Proyectores luminaria, 250 W, vapor de sodio, instalación, cableado	und	659.65

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
69	Proyectores luminaria	Proyectores luminaria, 150 W, vapor de mercurio, instalación, cableado.	und	610.02
70	Tuberías de concreto	Tubería de concreto armado D=1.20 m.	m	374.27
71	Tuberías de concreto	Tubería de concreto D=18" (45 cm)	m	224.14
72	Canaleta de concreto armado	Canaleta de concreto sin rejillas	m	53.39
73	Zanjas de concreto	Zanja de concreto armado (talles)	m	519.61
74	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 12.00 m.	pza	2,651.19
75	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 11.00 m.	pza	2,155.20
76	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 10.00 m.	pza	1,871.31
77	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 9.00 m.	pza	1,542.27
78	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 8.00 m.	pza	1,344.41
79	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 7.00 m.	pza	1,102.88
80	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 3.00 m.	pza	556.81
81	Cubiertas	Cubierta de tejas de arcillas o similar	m2	76.95
82	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelero asentado c/mezcla 1.5	m2	49.75
83	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelero asentado c/ferro	m2	49.87
84	Cubiertas	Cubierta con torta de barro 2"	m2	27.13
85	Pasamano Metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 3" diam.	m	256.19
86	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 2" diam.	m	149.40
87	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 1" diam.	m	106.86
88	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang. 1", malla 2" x 2", Alam. #8	m2	142.09
89	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang. 1", malla 2" x 2", Alam. #10	m2	137.50
90	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang. 1", malla 2" x 2", Alam. #12	m2	123.53
91	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 4 m.	pza	252.21
92	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 2.50 m.	pza	153.73
93	Sardinel	Sardinel de concreto e=0.15m; peraltado, acabado sin pintura. Altura de peralte: 0.35 m.	m	74.99
94	Sardinel	Sardinel de concreto e=0.15m; peraltado, acabado con pintura. Altura de peralte: 0.35 m.	m	87.73
95	Pista o pavimento de concreto	Pista o losa de concreto de 6"	m2	124.86
96	Trampa de concreto para grasa	Trampa de concreto armado para grasa	m3	843.87

NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS CONSIGNADOS SON A COSTO DIRECTO; PARA EFECTOS DEL USO DE ESTOS VALORES, SE DEBERÁ CONSIDERAR EN EL CÁLCULO EL FACTOR DE OFICIALIZACIÓN = 0.68 Y LA DEPRECIACIÓN RESPECTIVA.

**ANEXO III
VALORES UNITARIOS A COSTO DIRECTO DE ALGUNAS OBRAS
COMPLEMENTARIAS E INSTALACIONES FIJAS Y PERMANENTES
PARA LA SELVA AL 31 DE OCTUBRE DE 2013**

R.M. N° 276-2013-VIVIENDA

FECHA: 28 OCTUBRE 2013

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
1	Muros perimétricos o cercos	Muro de concreto armado que incluye armadura y cimentación, espesor, hasta 0.25 m. Altura (h): hasta 2.40 m.	m2	320.03
2	Muros perimétricos o cercos	Muro traslucido de concreto armado (tipo UNI) y/o metálico que incluye cimentación. h: 2.40 m.	m2	276.97

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
3	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, tarrajado, amare en sog, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación, h. mayor a 2.40 m.	m2	248.17
4	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar tarrajado, amare de sog, con columnas de concreto armado y/o metálicas que incluye cimentación, h. hasta 2.40 m.	m2	215.10
5	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar, amare en sog, con columnas de concreto armado, solaqueados h. hasta 2.40 m.	m2	177.05
6	Muros perimétricos o cercos	Cerco de fierro/aluminio	m2	127.93
7	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo de arcilla o similar amarrado en sog que incluye cimentación.	m2	142.21
8	Muros perimétricos o cercos	Muro de adobe, tapial o quincha tarrajado	m2	97.41
9	Muros perimétricos o cercos	Muro de ladrillo o similar tarrajado, amare de cabeza con columnas de concreto armado h. hasta 2.40 m.	m2	265.40
10	Portones y puertas	Puerta de fierro, aluminio o similar de h. 2.20 m. con un ancho de hasta 2.00 m.	m2	397.13
11	Portones y puertas	Puerta de fierro con plancha metálica de h. 2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	375.53
12	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h. mayor de 3.00 m hasta 4.00 m.	m2	312.72
13	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con ancho de hasta 2.00 m.	m2	307.32
14	Portones y puertas	Puerta de madera o similar de h=2.20 m. con un ancho mayor a 2.00 m.	m2	281.40
15	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una h. hasta 3.00 m.	m2	262.56
16	Portones y puertas	Portón de fierro con plancha metálica con una altura mayor a 4.00 m.	m2	234.23
17	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	881.33
18	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéster o similar, mayor de 1.00 m3.	m3	836.57
19	Tanques elevados	Tanque de concreto armado con capacidad mayor de 5.00 m3.	m3	722.94
20	Tanques elevados (Opcional)	Tanque de concreto armado con capacidad mayores a 15.00 m3.	m3	639.17
21	Tanques elevados	Tanque elevado de plástico/fibra de vidrio/poliéster o similar capacidad hasta 1.00 m3.	m3	605.96
22	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque sistema de plástico, fibra de vidrio, poliéster o similar capacidad mayor de 1.00 m3.	m3	856.62
23	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 5.00 m3.	m3	891.39
24	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 10.00 m3.	m3	741.78
25	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad hasta 20.00 m3.	m3	651.85
26	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema, pozo de ladrillo tarrajado, hasta 5.00 m3	m3	645.34
27	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Sistema de concreto armado con capacidad mayor de 20.00 m3.	m3	536.59
28	Sistemas, pozos sumideros, tanques sépticos	Tanque de plástico, fibra de vidrio, poliéster o similar con capacidad hasta 1.00 m3.	m3	529.90
29	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 5.00 m3.	m3	943.50
30	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua, concreto armado con mayólica, capacidad hasta 10.00 m3.	m3	784.03
31	Piscinas, espejos de agua	Piscina, espejo de agua concreto armado con mayólica, capacidad mayores a 10.00 m3.	m3	748.61

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V. U 2014 S/.
32	Piscinas, espejos de agua	Piscina de ladrillo kk con pintura.	m3	571.91
33	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas.	Losa de concreto armado espesor 4"	m2	106.90
34	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Asfalto espesor 2"	m2	76.28
35	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Losa de concreto simple espesor hasta 4"	m2	86.55
36	Losas deportivas, estacionamientos, patios de maniobras, superficie de rodadura, veredas	Concreto para veredas espesor 4"	m2	65.66
37	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de concreto armado con enchape de ladrillo refractario.	m3	1,081.21
38	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de ladrillo con enchape de ladrillo refractario.	m3	903.76
39	Hornos, chimeneas, incineradores	Horno de adobe	m3	272.07
40	Torres de vigilancia 1/	Estructura de concreto armado que incluye torre de vigilancia.	und	4,393.81
41	Torres de vigilancia 1/	Estructura de concreto armado no incluye torre de vigilancia.	und	2,728.17
42	Bóvedas	Bóveda de concreto armado reforzado	m3	1,032.76
43	Balanzas industriales	Balanza industrial de concreto armado (obra civil)	m3	525.66
44	Postes de alumbrado	Poste de concreto/fierro que incluye un reflector	und	1,402.95
45	Bases de soporte de máquinas	Base de concreto armado	m3	1,258.73
46	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 24"x24"	und	227.65
47	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 12"x24"	und	192.90
48	Cajas de registro de concreto	Caja de registro de concreto de 10"x20"	und	188.64
49	Buzón de concreto	Buzón de concreto standard	und	1,706.69
50	Parapeto	Parapeto ladrillo KK, de cabeza, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	142.81
51	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de sog, acabado tarrajado, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	113.81
52	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de cabeza, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	101.98
53	Parapeto	Parapeto Ladrillo KK, de sog, acabado caravista, h = 0.80 m. - 1.00 m.	m2	63.15
54	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armado, c/ acabados	m3	4,095.47
55	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Escalera de concreto armados c/ acabados	m3	3,291.32
56	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa o grada de concreto c/ encofrado	m3	1,339.67
57	Rampas, gradas y escaleras de concreto	Rampa de concreto sincofrado	m3	1,076.56
58	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 20 cm.	m3	996.27
59	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 20 cm.	m3	886.28
60	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h=4.00 m., e = 20 cm.	m3	855.51
61	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 1.40 m., e = 15 cm.	m3	882.67
62	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 2.50 m., e = 15 cm.	m3	742.49
63	Muro de contención de concreto armado	Muro de contención concreto armado h = 4.00 m., e = 15 cm.	m3	716.76

Item	Descripción obra complementaria u otras instalaciones	Descripción componente	Unidad medida	V.U 2014 SI,
64	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 6.00 m. (va del 1er piso al 3er piso)	und	6,189.07
65	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. (va del 1er piso al 2do piso)	und	3,252.49
66	Escalera metálica	Escalera metálica caracol h = 3.00 m. de un piso a otro (entre pisos)	und	2,936.58
67	Pastoral	Pastorales h = 2.20 m.	und	352.53
68	Proyectores luminaria	Proyectores luminaria, 250 W, vapor de sodio, instalación, cableado	und	671.94
69	Proyectores luminaria	Proyectores luminaria, 150 W, vapor de mercurio, instalación, cableado.	und	621.37
70	Tuberías de concreto	Tubería de concreto armado D=1.20 m.	ml	390.57
71	Tuberías de concreto	Tubería de concreto D=18" (45 cm)	ml	233.90
72	Canaleta de concreto armado	Canaleta de concreto sin rejillas	ml	55.72
73	Zanjas de concreto	Zanja de concreto armado (talleres)	ml	542.24
74	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 12.00 m.	pza	2,777.07
75	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 11.00 m.	pza	2,249.05
76	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 10.00 m.	pza	1,952.60
77	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 9.00 m.	pza	1,609.43
78	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 8.00 m.	pza	1,402.95
79	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 7.00 m.	pza	1,150.91
80	Postes de concreto armado	Postes de concreto, un reflector, instalado y cableado, h = 6.00 m.	pza	581.05
81	Cubiertas	Cubierta de tejas de arcillas o similar	m2	60.30
82	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelero asentado c/mezcla 1:5	m2	51.91
83	Cubiertas	Cubierta de ladrillo pastelero asentado c/barro	m2	52.04
84	Cubiertas	Cubierta con torta de barro 2"	m2	28.31
85	Pasamano Metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 3" diam.	ml	269.44
86	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 2" diam.	ml	155.90
87	Pasamano metálico	Pasamano metálico de tubo circular galvanizado de 1" diam.	ml	111.52
88	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam. #8	m2	148.27
89	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam. #10	m2	143.49
90	Cercos metálicos	Cerco metálico; tubo circular 2" diam., Ang 1", malla 2" x 2", Alam. #12	m2	128.91
91	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 4 m.	pza	263.19
92	Columnas estructuras similares de fierro	Poste/estructura de fierro h = 2.50 m.	pza	160.42
93	Sardinel	Sardinel de concreto e=0.15m; peralado, acabado sin pintura Altura de peralte: 0.35 m.	ml	78.26
94	Sardinel	Sardinel de concreto e=0.15m; peralado, acabado con pintura Altura de peralte: 0.35 m.	ml	91.55
95	Pista o pavimento de concreto	Pista o losa de concreto de 6"	m2	130.30
96	Trampa de concreto para grasa	Trampa de concreto armado para grasa	m3	880.61

NOTA: LOS PRECIOS UNITARIOS CONSIGNADOS SON A COSTO DIRECTO; PARA EFECTOS DEL USO DE ESTOS VALORES, SE DEBERÁ CONSIDERAR EN EL CÁLCULO EL FACTOR DE OFICIALIZACIÓN = 0,68 Y LA DEPRECIACIÓN RESPECTIVA.

1007031-4

Aprueban Listados de Valores Oficiales que contienen los Valores Arancelarios de los Terrenos Rústicos ubicados en el territorio de la República, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 279-2013-VIVIENDA**

Lima, 28 de octubre de 2013

CONSIDERANDO:

Que, el segundo párrafo del artículo 11 del Texto Único Ordenado de la Ley de Tributación Municipal, aprobado por Decreto Supremo N° 156-2004-EF, señala que a efectos de determinar el valor total de los predios, se aplicará los valores arancelarios de terrenos y valores unitarios oficiales de edificación vigentes al 31 de octubre del año anterior y las tablas de depreciación por antigüedad y estado de conservación, que formula el Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA y aprueba anualmente el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante Resolución Ministerial;

Que, por Decreto Supremo N° 025-2006-VIVIENDA, se aprobó la fusión por absorción del Consejo Nacional de Tasaciones - CONATA con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, correspondiéndole al citado Ministerio la calidad de entidad incorporante;

Que, el numeral 1.2 del artículo 1 del Decreto Supremo a que se refiere el considerando anterior, establece que toda referencia normativa al CONATA se entenderá hecha al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;

Que, el numeral 3.1 del artículo 3 de la Resolución Ministerial N° 291-2006-VIVIENDA, dispuso la absorción de los órganos y dependencias a cargo de la función normativa de competencia del CONATA, por parte de la Dirección Nacional de Urbanismo del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo;

Que, conforme a lo señalado por el segundo párrafo del artículo 3° de la Resolución Ministerial N° 010-2007-VIVIENDA, la Dirección Nacional de Urbanismo tendrá a su cargo la función normativa a que hace referencia la Resolución Ministerial N° 291-2006-VIVIENDA antes citada;

Que, la Dirección Nacional de Urbanismo ha formulado los Listados de Valores Oficiales que contienen los Valores Arancelarios de los Terrenos Rústicos ubicados en el territorio de la República, comprendidos en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Loreto, Madre de Dios, Moquegua, Pasco, Piura, Puno, San Martín, Tacna, Tumbes, Ucayali y en la Provincia Constitucional del Callao, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014;

De conformidad con la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA;

SE RESUELVE:

Artículo Único.- Aprobar los Listados de Valores Oficiales que contienen los Valores Arancelarios de los Terrenos Rústicos ubicados en el territorio de la República, comprendidos en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Loreto, Madre de Dios, Moquegua, Pasco, Piura, Puno, San Martín, Tacna, Tumbes, Ucayali y en la Provincia Constitucional del Callao, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2014, los cuales podrán ser recabados en la Dirección Nacional de Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, de acuerdo al procedimiento establecido para dicho fin.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

RENÉ CORNEJO DÍAZ
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

1007031-5

ANEXO "G"

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (lv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
3	013	1	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	2	340	\$/ 160,860.80
		2	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		3	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		4	Adobe	40.52	51.92	62.90	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		5	Adobe	40.52	51.92	62.90	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		6	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	1	170	\$/ 80,430.40
		7	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		8	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		9	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	\$/ 241,291.20
		10	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		11	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	1	170	\$/ 80,430.40
		12	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	1	170	\$/ 80,430.40
		13	Albañilería	7.84	12.89	19.09	43.36	1	170	\$/ 80,430.40
		14	Albañilería	5.23	12.09	17.97	41.51	1	170	\$/ 80,430.40
		15	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		16	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		17	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		18	Albañilería	21.57	20.63	28.19	59.05	1	170	\$/ 80,430.40
		19	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	\$/ 160,860.80
		21	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		22	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		23	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	1	170	\$/ 80,430.40
		24	Albañilería	18.63	18.50	25.81	54.88	2	340	\$/ 160,860.80
		25	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		26	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		27	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		28	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		29	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		30	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	\$/ 160,860.80
		31	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		32	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		33	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		34	Albañilería	5.56	12.18	18.10	41.72	1	170	\$/ 80,430.40
		3	014	1	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2
2	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
3	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
4	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
5	Adobe			33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
6	Adobe			33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
7	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
8	Albañilería			24.18	22.72	30.49	63.11	3	510	\$/ 241,291.20
9	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
10	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
11	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
12	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
13	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
14	Albañilería			26.80	24.98	32.96	67.49	2	340	\$/ 160,860.80
15	Albañilería			29.08	27.09	35.25	71.57	2	340	\$/ 160,860.80
16	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
17	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
18	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
19	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
20	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
21	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
22	Albañilería			17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	\$/ 160,860.80
23	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
24	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
25	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
26	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
27	Albañilería			5.56	12.18	18.10	41.72	2	340	\$/ 160,860.80
28	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
29	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
30	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
31	Albañilería			25.82	24.11	32.01	65.81	2	340	\$/ 160,860.80
32	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
33	Albañilería			19.28	18.96	26.32	55.77	2	340	\$/ 160,860.80
34	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
35	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
36	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
37	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
38	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
39	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		1	Adobe	43.46	54.96	66.47	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		2	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
		3	Albañilería	11.11	14.21	20.78	46.21	3	510	\$/ 241,291.20

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NÚMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
3	016	4	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		5	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		6	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		7	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		8	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	2	340	S/. 160,860.80		
		9	Albañilería	16.01	16.82	23.88	51.54	1	170	S/. 80,430.40		
		10	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80		
		11	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		12	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		13	Albañilería	25.49	23.82	31.70	65.26	3	510	S/. 241,291.20		
		14	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		15	Albañilería	6.54	12.46	18.51	42.39	1	170	S/. 80,430.40		
		16	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		17	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		18	Albañilería	18.63	18.50	25.81	54.88	2	340	S/. 160,860.80		
		19	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		20	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	2	340	S/. 160,860.80		
		21	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80		
		22	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		23	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	S/. 160,860.80		
		24	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80		
25	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	1	170	S/. 80,430.40				
27	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	2	340	S/. 160,860.80				
28	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80				
3	017	2	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		3	Albañilería	31.70	29.66	38.02	76.53	3	510	S/. 241,291.20		
		4	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	S/. 241,291.20		
		5	Albañilería	25.16	23.54	31.39	64.71	2	340	S/. 160,860.80		
		6	Albañilería	25.16	23.54	31.39	64.71	2	340	S/. 160,860.80		
		7	Albañilería	30.72	28.68	36.97	74.64	2	340	S/. 160,860.80		
		2	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
3	023	3	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		4	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		5	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		6	Adobe	45.42	57.10	68.98	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		7	Adobe	45.42	57.10	68.98	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		8	Adobe	46.73	58.57	70.70	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		9	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		10	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		11	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		12	Albañilería	12.09	14.67	21.35	47.17	2	340	S/. 160,860.80		
		13	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80		
		14	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	1	170	S/. 80,430.40		
		15	Albañilería	6.54	12.46	18.51	42.39	1	170	S/. 80,430.40		
		16	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		17	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		18	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80		
		19	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		20	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		21	Adobe	41.18	52.58	63.68	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		22	Albañilería	16.01	16.82	23.88	51.54	3	510	S/. 241,291.20		
		23	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	2	340	S/. 160,860.80		
		24	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	1	170	S/. 80,430.40		
		25	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		3	024	1	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				2	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38
3	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
4	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
5	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
6	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
7	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
8	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
9	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
10	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
11	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
12	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
13	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
14	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
15	Albañilería			12.42	14.83	21.54	47.51	1	170	S/. 80,430.40		
16	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
17	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
18	Albañilería			12.42	14.83	21.54	47.51	3	510	S/. 241,291.20		
19	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
20	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
21	Adobe			44.77	56.37	68.13	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
22	Adobe			44.77	56.37	68.13	100.00	2	280	S/. 27,127.38		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NÚMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
		23	Adobe	46.73	58.57	70.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		24	Albañilería	16.01	16.82	23.88	51.54	2	340	S/. 160,860.80
		25	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		26	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		27	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		28	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		29	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		30	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		31	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		32	Albañilería	25.49	23.82	31.70	65.26	3	510	S/. 241,291.20
		33	Albañilería	9.15	13.37	19.73	44.43	1	170	S/. 80,430.40
		34	Albañilería	30.39	28.36	36.62	74.01	1	170	S/. 80,430.40
		35	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		36	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80
3	030	1	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80
		3	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		4	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		5	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80
		6	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80
		7	C.Armado	15.62	4.32	8.47	22.73	2	600	S/. 550,785.30
		8	Albañilería	12.09	14.67	21.35	47.17	2	340	S/. 160,860.80
		9	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		10	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		11	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80
		12	C.Armado	21.87	5.24	9.56	26.60	3	900	S/. 826,177.95
		13	Adobe	43.79	55.31	66.88	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		14	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		15	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		16	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		17	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		18	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		19	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Adobe	43.46	54.96	66.47	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		21	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		22	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	1	170	S/. 80,430.40
		23	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		24	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		25	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
3	031	1	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		3	Albañilería	5.56	12.18	18.10	41.72	1	170	S/. 80,430.40
		4	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		5	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		6	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		7	Adobe	46.41	58.20	70.27	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		8	Albañilería	25.16	23.54	31.39	64.71	2	340	S/. 160,860.80
		9	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	S/. 241,291.20
		10	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	3	510	S/. 241,291.20
		11	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		12	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	2	340	S/. 160,860.80
		13	Albañilería	5.56	12.18	18.10	41.72	2	340	S/. 160,860.80
		14	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		15	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		16	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80
		17	Albañilería	12.09	14.67	21.35	47.17	2	340	S/. 160,860.80
		18	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		19	Adobe	35.95	47.57	57.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		21	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		22	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80
		23	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		24	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		25	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		26	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		27	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		28	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		29	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		30	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		31	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		1	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		2	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		3	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		4	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		5	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		6	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
3	042	7	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		8	Albañilería	17.97	18.06	25.31	54.01	1	170	S/. 80,430.40		
		9	Albañilería	16.01	16.82	23.88	51.54	2	340	S/. 160,860.80		
		10	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		11	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		12	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		13	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		15	Adobe	38.24	49.69	60.27	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		16	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		17	Adobe	35.95	47.57	57.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		18	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		19	Albañilería	16.34	17.02	24.11	51.94	2	340	S/. 160,860.80		
		20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		21	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		22	Adobe	49.35	61.65	74.30	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		23	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		24	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		25	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		26	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80		
		27	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		3	043	1	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	S/. 160,860.80
				2	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	3	510	S/. 241,291.20
				3	C.Armado	18.75	4.74	8.97	24.52	2	600	S/. 550,785.30
				4	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80
				5	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80
				6	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
7	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
8	Adobe			33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
9	Adobe			33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
10	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
11	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
12	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
13	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
14	Albañilería			17.32	17.64	24.82	53.17	3	510	S/. 241,291.20		
15	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
16	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
17	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
18	Albañilería			30.39	28.36	36.62	74.01	1	170	S/. 80,430.40		
19	Albañilería			20.26	19.66	27.10	57.15	4	680	S/. 321,721.60		
20	Albañilería			6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80		
21	Adobe			40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
22	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
23	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
24	Albañilería			26.80	24.98	32.96	67.49	2	340	S/. 160,860.80		
25	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
26	Albañilería			25.49	23.82	31.70	65.26	2	340	S/. 160,860.80		
27	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
3	049	1	Albañilería	11.44	14.36	20.97	46.52	1	170	S/. 80,430.40		
		2	C.Armado	31.25	7.28	12.01	34.64	1	300	S/. 275,392.65		
		3	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		4	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	2	340	S/. 160,860.80		
		5	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		7	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80		
		8	Adobe	42.48	53.93	65.26	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		9	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		10	Albañilería	13.40	15.33	22.15	48.54	1	170	S/. 80,430.40		
		11	Albañilería	22.55	21.39	29.03	60.53	2	340	S/. 160,860.80		
		12	C.Armado	12.50	3.97	8.06	21.23	2	600	S/. 550,785.30		
		13	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		15	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		16	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		17	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		18	Albañilería	13.40	15.33	22.15	48.54	3	510	S/. 241,291.20		
		19	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	3	510	S/. 241,291.20		
		20	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	2	340	S/. 160,860.80		
		21	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		22	Adobe	56.86	71.50	85.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		23	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80		
		24	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	2	340	S/. 160,860.80		
				1	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				2	Albañilería	10.78	14.06	20.60	45.90	1	170	S/. 80,430.40
				3	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				4	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
5	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NÚMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
3	050	6	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		7	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		8	Albañilería	5.56	12.18	18.10	41.72	2	340	S/. 160,860.80		
		9	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		10	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		11	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		13	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		15	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		16	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		17	Albañilería	5.56	12.18	18.10	41.72	2	340	S/. 160,860.80		
		18	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		19	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80		
		20	Albañilería	20.26	19.66	27.10	57.15	3	510	S/. 241,291.20		
		21	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		22	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		23	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		24	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		25	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		26	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		27	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		28	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		29	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		3	056	1	Albañilería	12.09	14.67	21.35	47.17	1	170	S/. 80,430.40
				2	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80
				3	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	S/. 160,860.80
				4	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	1	170	S/. 80,430.40
				5	Albañilería	17.97	18.06	25.31	54.01	1	170	S/. 80,430.40
				6	Albañilería	17.65	17.85	25.06	53.59	2	340	S/. 160,860.80
7	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
8	Albañilería			27.78	25.87	33.93	69.21	2	340	S/. 160,860.80		
9	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
10	Albañilería			17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	S/. 160,860.80		
11	Albañilería			19.93	19.42	26.84	56.68	2	340	S/. 160,860.80		
12	Adobe			35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
13	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
14	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
15	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
16	Albañilería			12.09	14.67	21.35	47.17	2	340	S/. 160,860.80		
17	Albañilería			16.01	16.82	23.88	51.54	2	340	S/. 160,860.80		
3	057	1	Adobe	43.46	54.96	66.47	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		2	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	1	170	S/. 80,430.40		
		3	Albañilería	12.09	14.67	21.35	47.17	2	340	S/. 160,860.80		
		4	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	S/. 160,860.80		
		5	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	1	170	S/. 80,430.40		
		6	Albañilería	18.63	18.50	25.81	54.88	2	340	S/. 160,860.80		
		7	Albañilería	17.65	17.85	25.06	53.59	2	340	S/. 160,860.80		
		8	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	S/. 241,291.20		
		9	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	1	170	S/. 80,430.40		
		10	Albañilería	4.90	12.01	17.85	41.30	1	170	S/. 80,430.40		
		11	Albañilería	20.92	20.14	27.64	58.09	2	340	S/. 160,860.80		
		12	Albañilería	14.05	15.69	22.56	49.26	1	170	S/. 80,430.40		
		13	Albañilería	15.36	16.43	23.43	50.75	1	170	S/. 80,430.40		
		14	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	S/. 160,860.80		
		15	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		16	Adobe	50.00	62.44	75.23	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		17	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		18	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	2	340	S/. 160,860.80		
		19	Albañilería	18.63	18.50	25.81	54.88	2	340	S/. 160,860.80		
		20	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	2	340	S/. 160,860.80		
		21	Albañilería	25.16	23.54	31.39	64.71	2	340	S/. 160,860.80		
		22	Albañilería	25.16	23.54	31.39	64.71	2	340	S/. 160,860.80		
2	016	1	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		2	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		3	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		4	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		5	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		6	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		7	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		8	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		10	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		11	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		12	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		13	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		14	Albañilería	13.07	15.16	21.94	48.19	3	510	S/. 241,291.20		
		15	Adobe	56.54	71.04	85.22	100.00	1	140	S/. 13,563.69		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
2	017	17	Albañilería	8.17	13.01	19.25	43.62	3	510	S/. 241,291.20
		18	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		19	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		20	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	2	340	S/. 160,860.80
		21	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		1	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		3	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		4	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		5	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		6	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		7	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80
		8	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80
		10	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		12	Adobe	42.48	53.93	65.26	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		14	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		15	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		16	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		17	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	S/. 160,860.80
		18	Albañilería	7.84	12.89	19.09	43.36	2	340	S/. 160,860.80
		19	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		21	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
22	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
23	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
2	018	1	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		3	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		4	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		5	Albañilería	18.63	18.50	25.81	54.88	2	340	S/. 160,860.80
		6	Albañilería	8.17	13.01	19.25	43.62	2	340	S/. 160,860.80
		7	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		8	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		9	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		10	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		11	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80
		12	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		13	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80
		14	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		15	Adobe	48.04	60.09	72.48	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		16	Albañilería	21.24	20.38	27.91	58.57	2	340	S/. 160,860.80
		17	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		18	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		19	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
2	022	1	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		2	Adobe	50.00	62.44	75.23	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		3	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		4	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		5	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		6	Adobe	55.23	69.23	83.12	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		7	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		8	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		9	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		10	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	3	510	S/. 241,291.20
		11	Albañilería	19.61	19.19	26.57	56.22	2	340	S/. 160,860.80
		12	Albañilería	22.22	21.13	28.75	60.03	3	510	S/. 241,291.20
		13	Adobe	64.38	83.03	99.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		14	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	2	340	S/. 160,860.80
		15	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		16	Adobe	59.15	74.82	89.60	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		17	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		18	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		19	Albañilería	4.25	11.85	17.60	40.91	2	340	S/. 160,860.80
		20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		21	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		23	Albañilería	12.09	14.67	21.35	47.17	2	340	S/. 160,860.80
		24	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		25	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	S/. 160,860.80
		26	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				1	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1
2	Adobe			34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38
3	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
4	Adobe			29.08	41.78	50.91	100.00	1	140	S/. 13,563.69
5	Adobe			33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
6	Adobe			33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
2	023	7	Adobe	50.00	62.44	75.23	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		8	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		9	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		10	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		11	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		12	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		13	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		15	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		16	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		17	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		18	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		19	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		2	024	1	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				2	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				3	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				4	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				5	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				6	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	1	170	S/. 80,430.40
7	Adobe			33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
8	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
9	Adobe			42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
10	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
11	Adobe			50.00	62.44	75.23	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
12	Albañilería			30.39	28.36	36.62	74.01	2	340	S/. 160,860.80		
13	Adobe			36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
14	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
15	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
16	Adobe			50.00	62.44	75.23	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
17	Adobe			46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
18	Albañilería			6.21	12.36	18.37	42.16	3	510	S/. 241,291.20		
19	Adobe			29.41	42.04	51.22	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
20	Adobe			29.41	42.04	51.22	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
21	Albañilería			17.97	18.06	25.31	54.01	3	510	S/. 241,291.20		
22	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
23	Adobe			46.08	57.83	69.84	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
24	Adobe			50.00	62.44	75.23	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
25	Adobe			40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
26	Adobe			40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
27	Albañilería			7.19	12.67	18.79	42.86	1	170	S/. 80,430.40		
2	029	1	Adobe	44.12	55.66	67.30	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		2	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		3	Albañilería	20.92	20.14	27.64	58.09	3	510	S/. 241,291.20		
		5	Albañilería	14.05	15.69	22.56	49.26	3	510	S/. 241,291.20		
		6	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	3	510	S/. 241,291.20		
		7	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		8	Adobe	56.54	71.04	85.22	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		9	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		10	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		11	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	S/. 160,860.80		
		12	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		13	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		14	Albañilería	19.28	18.96	26.32	55.77	3	510	S/. 241,291.20		
		15	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		16	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		18	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		19	Albañilería	6.54	12.46	18.51	42.39	2	340	S/. 160,860.80		
		20	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		2	030	1	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				2	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38
3	Adobe			59.15	74.82	89.60	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
4	Adobe			39.87	51.28	62.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
5	Adobe			50.00	62.44	75.23	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
6	Adobe			59.48	75.31	90.16	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
7	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
9	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
10	Adobe			50.00	62.44	75.23	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
11	Adobe			44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
12	Adobe			44.12	55.66	67.30	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
13	Adobe			40.20	51.60	62.52	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
14	Adobe			39.22	50.64	61.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
15	Adobe			34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
16	Albañilería			36.27	34.50	43.24	85.91	2	340	S/. 160,860.80		
17	Adobe			47.71	59.70	72.03	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
18	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
19	Adobe			40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (lv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m ²	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
2	031	20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		21	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		22	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		1	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		2	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	2	340	Sl. 160,860.80
		3	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		4	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		5	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		6	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		7	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		8	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		9	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		10	Adobe	31.70	43.89	53.41	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		11	Adobe	45.10	56.73	68.55	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		12	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		13	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	Sl. 160,860.80
		14	Albañilería	18.30	18.28	25.56	54.45	3	510	Sl. 241,291.20
		15	Albañilería	17.65	17.85	25.06	53.59	3	510	Sl. 241,291.20
		16	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		17	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		18	Adobe	58.17	73.38	87.93	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		19	Albañilería	24.51	22.99	30.79	63.64	3	510	Sl. 241,291.20
20	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	1	170	Sl. 80,430.40		
21	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69		
22	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	1	140	Sl. 13,563.69		
2	032	1	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		2	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	Sl. 160,860.80
		3	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		4	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		5	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		6	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		7	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		8	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		9	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		10	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		11	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		12	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		13	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		14	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		15	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		16	Adobe	52.61	65.74	79.07	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		17	Adobe	32.35	44.43	54.05	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		18	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		19	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		20	Adobe	32.35	44.43	54.05	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		21	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	3	510	Sl. 241,291.20
		22	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		23	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		24	Adobe	45.42	57.10	68.98	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		25	Albañilería	12.75	15.00	21.74	47.84	3	510	Sl. 241,291.20
		26	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		27	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		28	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		29	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		30	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		31	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		32	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		33	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
2	033	1	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		2	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		3	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		4	Adobe	49.02	61.25	73.84	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		5	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		6	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		7	Adobe	45.75	57.46	69.41	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		8	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		9	Albañilería	23.20	21.91	29.60	61.55	3	510	Sl. 241,291.20
		10	Adobe	29.08	41.78	50.91	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		11	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		12	Adobe	38.24	49.69	60.27	100.00	1	140	Sl. 13,563.69
		13	Adobe	29.41	42.04	51.22	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		14	Albañilería	11.11	14.21	20.78	46.21	2	340	Sl. 160,860.80
		15	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		16	Albañilería	16.34	17.02	24.11	51.94	2	340	Sl. 160,860.80
		17	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	Sl. 27,127.38
		18	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	Sl. 13,563.69

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (lv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NÚMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m ²	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
2	035	19	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		1	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		2	Albañilería	17.65	17.85	25.06	53.59	2	340	\$/ 160,860.80		
		3	Albañilería	5.56	12.18	18.10	41.72	1	170	\$/ 80,430.40		
		4	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		5	Adobe	38.24	49.69	60.27	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		6	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		7	Adobe	36.60	48.17	58.47	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		8	Adobe	36.27	47.87	58.11	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		9	Albañilería	11.44	14.36	20.97	46.52	3	510	\$/ 241,291.20		
		10	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		11	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		12	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		13	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		14	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	1	170	\$/ 80,430.40		
		16	Albañilería	28.10	26.17	34.25	69.79	3	510	\$/ 241,291.20		
		17	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		18	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		19	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		20	Albañilería	11.11	14.21	20.78	46.21	2	340	\$/ 160,860.80		
		22	Adobe	32.35	44.43	54.05	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		23	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		24	Albañilería	23.53	22.18	29.90	62.06	3	510	\$/ 241,291.20		
		25	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	3	510	\$/ 241,291.20		
		26	Albañilería	22.55	21.39	29.03	60.53	3	510	\$/ 241,291.20		
		27	Albañilería	31.70	29.66	38.02	76.53	2	340	\$/ 160,860.80		
		28	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
2	036	1	Adobe	58.17	73.38	87.93	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		2	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		3	Albañilería	28.43	26.47	34.58	70.38	4	680	\$/ 321,721.60		
		6	Albañilería	25.49	23.82	31.70	65.26	3	510	\$/ 241,291.20		
		7	Adobe	55.88	70.13	84.16	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		8	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	1	170	\$/ 80,430.40		
		9	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	1	170	\$/ 80,430.40		
		10	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	4	680	\$/ 321,721.60		
		11	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		12	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		13	Albañilería	19.61	19.19	26.57	56.22	3	510	\$/ 241,291.20		
		14	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		15	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	\$/ 241,291.20		
		17	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		18	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		19	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		2	037	1	Adobe	31.70	43.89	53.41	100.00	1	140	\$/ 13,563.69
				3	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	\$/ 160,860.80
				4	Adobe	43.14	54.61	66.07	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
5	Albañilería			16.34	17.02	24.11	51.94	3	510	\$/ 241,291.20		
6	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	4	680	\$/ 321,721.60		
7	Albañilería			8.50	13.12	19.41	43.89	3	510	\$/ 241,291.20		
8	Albañilería			14.71	16.05	22.99	49.99	2	340	\$/ 160,860.80		
9	Albañilería			13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	\$/ 160,860.80		
11	Albañilería			13.07	15.16	21.94	48.19	2	340	\$/ 160,860.80		
12	Adobe			40.20	51.60	62.52	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
13	Adobe			40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
14	Adobe			57.84	72.91	87.38	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
15	Adobe			38.24	49.69	60.27	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
16	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
2	038			1	Adobe	28.76	41.53	50.61	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
				2	Adobe	28.76	41.53	50.61	100.00	2	280	\$/ 27,127.38
		3	Adobe	51.63	64.48	77.61	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		4	Adobe	29.41	42.04	51.22	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		5	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		6	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		7	Adobe	45.42	57.10	68.98	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		8	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		9	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		10	Albañilería	13.40	15.33	22.15	48.54	2	340	\$/ 160,860.80		
		11	Albañilería	17.97	18.06	25.31	54.01	2	340	\$/ 160,860.80		
		12	Adobe	42.48	53.93	65.26	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		13	Albañilería	19.93	19.42	26.84	56.68	3	510	\$/ 241,291.20		
		14	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	2	340	\$/ 160,860.80		
		15	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	\$/ 13,563.69		
		16	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		17	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	\$/ 27,127.38		
		18	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	\$/ 160,860.80		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NÚMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
		19	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Albañilería	20.92	20.14	27.64	58.09	3	510	S/. 241,291.20
		21	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	3	510	S/. 241,291.20
		22	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80
		23	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		24	Albañilería	9.15	13.37	19.73	44.43	2	340	S/. 160,860.80
		25	Albañilería	9.15	13.37	19.73	44.43	2	340	S/. 160,860.80
		26	Albañilería	9.15	13.37	19.73	44.43	2	340	S/. 160,860.80
		27	Albañilería	9.15	13.37	19.73	44.43	2	340	S/. 160,860.80
		28	Adobe	50.00	62.44	75.23	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		31	Adobe	48.04	60.09	72.48	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		32	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		33	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		34	Adobe	49.02	61.25	73.84	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		35	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		36	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38
2	039	1	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		2	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		3	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		4	Adobe	47.39	59.32	71.59	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		5	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		6	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		7	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		8	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		9	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		10	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		11	C.Armado	18.75	4.74	8.97	24.52	3	900	S/. 826,177.95
		12	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		13	Adobe	48.04	60.09	72.48	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		14	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		15	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		16	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		17	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		18	Adobe	27.12	40.28	49.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		19	Adobe	27.12	40.28	49.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		20	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80
		21	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		22	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		23	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		24	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		25	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		26	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		27	Albañilería	6.54	12.46	18.51	42.39	3	510	S/. 241,291.20
		28	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		29	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	2	340	S/. 160,860.80
		30	Adobe	27.12	40.28	49.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69
31	Adobe	44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
2	041	1	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		2	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		3	Adobe	40.20	51.60	62.52	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		4	Adobe	45.10	56.73	68.55	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		5	Adobe	36.60	48.17	58.47	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		6	Adobe	36.60	48.17	58.47	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		7	Adobe	63.40	81.42	97.20	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		8	Adobe	57.84	72.91	87.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		9	Adobe	57.84	72.91	87.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		10	Adobe	57.84	72.91	87.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		11	Adobe	57.84	72.91	87.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		12	Albañilería	15.36	16.43	23.43	50.75	2	340	S/. 160,860.80
		13	Albañilería	8.82	13.25	19.57	44.16	3	510	S/. 241,291.20
		14	Adobe	40.52	51.92	62.90	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		15	Adobe	40.52	51.92	62.90	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		16	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	4	680	S/. 321,721.60
		17	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		18	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		19	C.Armado	15.62	4.32	8.47	22.73	1	300	S/. 275,392.65
		20	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		21	Albañilería	28.43	26.47	34.58	70.38	2	340	S/. 160,860.80
		22	Albañilería	6.54	12.46	18.51	42.39	1	170	S/. 80,430.40
		23	Albañilería	16.99	17.43	24.58	52.75	2	340	S/. 160,860.80
		24	Albañilería	17.65	17.85	25.06	53.59	2	340	S/. 160,860.80
		25	Adobe	52.61	65.74	79.07	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		26	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		27	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		28	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		29	Adobe	50.00	62.44	75.23	100.00	2	280	S/. 27,127.38

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PIÑOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
		30	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		31	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		32	Adobe	37.58	49.08	59.54	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		33	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	2	340	S/. 160,860.80
		34	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		35	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	3	510	S/. 241,291.20
		36	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		37	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		38	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		39	Albañilería	11.44	14.36	20.97	46.52	3	510	S/. 241,291.20
2	044	1	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	3	510	S/. 241,291.20
		2	Adobe	40.20	51.60	62.52	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		3	Adobe	40.20	51.60	62.52	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		4	Adobe	42.16	53.59	64.86	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		5	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		6	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		7	Albañilería	15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80
		8	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		9	Albañilería	4.25	11.85	17.60	40.91	2	340	S/. 160,860.80
		10	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		11	Adobe	32.03	44.16	53.73	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		12	Adobe	43.46	54.96	66.47	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		13	Albañilería	23.86	22.45	30.19	62.58	2	340	S/. 160,860.80
		14	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		15	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		16	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		17	Adobe	46.08	57.83	69.84	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		18	Adobe	30.72	43.09	52.45	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		19	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		21	Albañilería	16.01	16.82	23.88	51.54	2	340	S/. 160,860.80
		22	Adobe	35.29	46.98	57.07	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		23	Adobe	29.41	42.04	51.22	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		24	Adobe	35.29	46.98	57.07	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		25	Adobe	35.95	47.57	57.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		26	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		27	Albañilería	5.23	12.09	17.97	41.51	2	340	S/. 160,860.80
		28	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38
2	045	1	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		3	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		4	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		5	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	2	340	S/. 160,860.80
		6	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		7	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		8	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		9	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		10	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		11	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		12	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		13	Adobe	41.50	52.92	64.07	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		14	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		15	Albañilería	29.08	27.09	35.25	71.57	2	340	S/. 160,860.80
		16	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		17	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	2	340	S/. 160,860.80
		18	Albañilería	6.86	12.56	18.65	42.62	1	170	S/. 80,430.40
		19	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80
		21	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	3	510	S/. 241,291.20
2	046	1	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Adobe	55.23	69.23	83.12	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		3	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		4	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	2	340	S/. 160,860.80
		5	Albañilería	13.40	15.33	22.15	48.54	2	340	S/. 160,860.80
		7	Albañilería	5.23	12.09	17.97	41.51	1	170	S/. 80,430.40
		8	Adobe	34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		9	Adobe	45.75	57.46	69.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		10	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		11	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		12	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		14	Albañilería	12.42	14.83	21.54	47.51	2	340	S/. 160,860.80
		1	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		2	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38
3	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
4	Adobe	50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
5	Adobe	51.63	64.48	77.61	100.00	2	280	S/. 27,127.38		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (lv. nór)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL-LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
2	047	6	Adobe	47.71	59.70	72.03	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		8	Adobe	36.27	47.87	58.11	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		9	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		10	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		11	Albañilería	20.59	19.89	27.37	57.61	3	510	S/. 241,291.20		
		13	Adobe	40.20	51.60	62.52	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	55.23	69.23	83.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		15	Albañilería	25.49	23.82	31.70	65.26	3	510	S/. 241,291.20		
		16	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	2	340	S/. 160,860.80		
		17	Albañilería	18.63	18.50	25.81	54.88	3	510	S/. 241,291.20		
		18	Albañilería	16.67	17.22	24.35	52.34	1	170	S/. 80,430.40		
		19	Albañilería	5.88	12.27	18.23	41.94	2	340	S/. 160,860.80		
		20	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		22	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		23	Adobe	33.99	45.83	55.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		2	048	1	Albañilería	13.40	15.33	22.15	48.54	3	510	S/. 241,291.20
				2	C.Armado	18.75	4.74	8.97	24.52	2	600	S/. 550,785.30
				3	C.Armado	12.50	3.97	8.06	21.23	2	600	S/. 550,785.30
				4	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				5	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				6	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	3	510	S/. 241,291.20
				7	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	3	510	S/. 241,291.20
				8	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	3	510	S/. 241,291.20
9	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	S/. 241,291.20		
10	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80		
11	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80		
12	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
13	Adobe			44.77	56.37	68.13	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
14	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
15	Adobe			50.33	62.84	75.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
16	Albañilería			20.92	20.14	27.64	58.09	3	510	S/. 241,291.20		
17	Albañilería			27.45	25.57	33.60	68.63	3	510	S/. 241,291.20		
18	Adobe			39.87	51.28	62.14	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
19	Albañilería			16.67	17.22	24.35	52.34	2	340	S/. 160,860.80		
20	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	3	510	S/. 241,291.20		
21	Albañilería			9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80		
22	Adobe			62.09	79.33	94.79	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
23	Adobe			55.88	70.13	84.16	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
24	Albañilería			34.31	32.37	40.95	81.78	1	170	S/. 80,430.40		
25	Adobe			60.78	77.30	92.45	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
26	Adobe			39.87	51.28	62.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
27	Adobe			47.39	59.32	71.59	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
28	Adobe			33.99	45.83	55.70	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
29	Adobe			47.39	59.32	71.59	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
30	Albañilería			23.53	22.18	29.90	62.06	2	340	S/. 160,860.80		
31	Adobe			35.95	47.57	57.76	100.00	3	420	S/. 40,691.07		
32	Albañilería			16.34	17.02	24.11	51.94	3	510	S/. 241,291.20		
33	Albañilería			26.80	24.98	32.96	67.49	3	510	S/. 241,291.20		
2	049	Albañilería	26.80	24.98	32.96	67.49	3	510	S/. 241,291.20			
		1	Adobe	45.42	57.10	68.98	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		3	Adobe	35.95	47.57	57.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		4	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		5	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		6	Adobe	32.03	44.16	53.73	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		7	Albañilería	19.93	19.42	26.84	56.68	4	680	S/. 321,721.60		
		8	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	3	510	S/. 241,291.20		
		10	Albañilería	32.03	29.99	38.38	77.17	2	340	S/. 160,860.80		
		11	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		12	Adobe	36.93	48.47	58.82	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		13	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		15	Albañilería	28.10	26.17	34.25	69.79	2	340	S/. 160,860.80		
		16	Adobe	38.56	50.01	60.64	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		17	Albañilería	20.26	19.66	27.10	57.15	2	340	S/. 160,860.80		
		18	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		19	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
				1	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	S/. 160,860.80
2	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
3	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
4	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
5	Adobe			30.39	42.82	52.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
6	Adobe			33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
7	Adobe			38.24	49.69	60.27	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
8	Albañilería			24.18	22.72	30.49	63.11	2	340	S/. 160,860.80		
9	Adobe			34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
10	Adobe			39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (lv nór)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NUMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE		
					0.17g	0.20g	0.32g					
2	050	11	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		12	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		13	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		14	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		15	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	1	170	S/. 80,430.40		
		16	Albañilería	19.93	19.42	26.84	56.68	4	680	S/. 321,721.60		
		18	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	3	510	S/. 241,291.20		
		20	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	1	170	S/. 80,430.40		
		21	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		22	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		23	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	3	510	S/. 241,291.20		
		24	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		25	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		26	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		27	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		28	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		29	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		30	Adobe	33.66	45.55	55.37	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		31	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		2	051	2	Adobe	59.48	75.31	90.16	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				3	Adobe	60.78	77.30	92.45	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				4	Adobe	58.17	73.38	87.93	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				5	Adobe	59.80	75.80	90.73	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				6	Adobe	69.90	92.67	100.00	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				7	Albañilería	35.29	33.43	42.09	83.83	2	340	S/. 160,860.80
				8	Adobe	69.90	92.67	100.00	100.00	3	420	S/. 40,691.07
				9	Albañilería	37.58	35.97	44.82	88.75	1	170	S/. 80,430.40
				1	Adobe	51.31	64.07	77.12	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	052	2	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
				3	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
				4	C.Armado	18.75	4.74	8.97	24.52	3	900	S/. 826,177.95
5	Albañilería			13.40	15.33	22.15	48.54	3	510	S/. 241,291.20		
6	Adobe			35.95	47.57	57.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
7	Adobe			34.97	46.69	56.72	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
8	Albañilería			58.17	62.63	73.84	100.00	3	510	S/. 241,291.20		
9	Adobe			64.71	83.57	99.66	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
10	Adobe			64.71	83.57	99.66	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
11	Adobe			59.48	75.31	90.16	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
12	Albañilería			33.33	31.34	39.84	79.78	2	340	S/. 160,860.80		
13	Adobe			58.17	73.38	87.93	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
14	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	4	680	S/. 321,721.60		
15	Albañilería			19.93	19.42	26.84	56.68	1	170	S/. 80,430.40		
16	Albañilería			15.03	16.24	23.21	50.37	2	340	S/. 160,860.80		
17	Albañilería			19.93	19.42	26.84	56.68	2	340	S/. 160,860.80		
18	Adobe			48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
19	Adobe			33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
20	Adobe			27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
2	053			1	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		2	Albañilería	17.32	17.64	24.82	53.17	2	340	S/. 160,860.80		
		3	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		4	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		5	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		6	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	3	510	S/. 241,291.20		
		7	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	1	170	S/. 80,430.40		
		8	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		9	Albañilería	10.46	13.92	20.42	45.59	2	340	S/. 160,860.80		
		10	Adobe	53.27	66.59	80.06	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		11	Adobe	47.71	59.70	72.03	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		12	Adobe	38.89	50.32	61.01	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		13	Adobe	54.25	67.90	81.58	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		14	Adobe	66.01	85.77	100.00	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		15	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		16	Adobe	38.24	49.69	60.27	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		17	C.Armado	25.00	5.82	10.26	28.97	2	600	S/. 550,785.30		
		18	C.Armado	18.75	4.74	8.97	24.52	3	900	S/. 826,177.95		
		19	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69		
		20	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		21	Adobe	49.35	61.65	74.30	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		22	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	2	340	S/. 160,860.80		
		23	Adobe	53.92	67.46	81.07	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		24	Adobe	53.92	67.46	81.07	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		25	Albañilería	11.11	14.21	20.78	46.21	3	510	S/. 241,291.20		
		1	Albañilería	10.78	14.06	20.60	45.90	2	340	S/. 160,860.80		
		2	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38		
		3	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	2	340	S/. 160,860.80		
		4	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	2	280	S/. 27,127.38		

SECTOR	MANZANA	LOTE	TIPOLOGÍA	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (lv nor)	ÍNDICE DE DAÑO (ID)			NÚMERO DE PISOS	ÁREA TOTAL CONSTRUIDA m2	VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LOTE
					0.17g	0.20g	0.32g			
2	054	5	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		6	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		7	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	1	170	S/. 80,430.40
		8	Albañilería	7.19	12.67	18.79	42.86	1	170	S/. 80,430.40
		9	Adobe	34.31	46.11	56.04	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		10	Albañilería	18.95	18.73	26.06	55.32	2	340	S/. 160,860.80
		11	Albañilería	16.99	17.43	24.58	52.75	2	340	S/. 160,860.80
		12	Albañilería	14.71	16.05	22.99	49.99	4	680	S/. 321,721.60
		14	Adobe	35.62	47.27	57.41	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		15	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		16	Adobe	49.67	62.04	74.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		17	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		18	Adobe	37.25	48.77	59.18	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		19	Adobe	49.67	62.04	74.76	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		20	Adobe	40.20	51.60	62.52	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		21	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		22	Adobe	52.94	66.17	79.57	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		23	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		24	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	2	280	S/. 27,127.38
		25	Adobe	30.39	42.82	52.14	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		26	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		27	Adobe	33.01	44.99	54.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		28	Adobe	27.78	40.77	49.71	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		29	Albañilería	8.50	13.12	19.41	43.89	1	170	S/. 80,430.40
		30	Albañilería	9.80	13.64	20.07	45.00	2	340	S/. 160,860.80
		31	Albañilería	13.73	15.51	22.35	48.89	3	510	S/. 241,291.20
		32	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		33	Adobe	40.85	52.25	63.29	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		34	Adobe	39.54	50.95	61.76	100.00	1	140	S/. 13,563.69
		35	Adobe	48.69	60.86	73.38	100.00	2	280	S/. 27,127.38

ANEXO "H"

PLANOS Y MAPAS GENERADOS

ANEXO "I"

REGISTRO DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : CONST. DE COMERCIO
 UBICACIÓN : Av. 1ro. de Mayo s/n – Yauyos
 SOLICITA : SR. OVIDIO ZAMUDIO M.
 CALICATA : No 01

TIPO DE EXCV. : A cielo abierto
 N.F. : NO
 FECHA : OCT. 2009

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.40		Material de Relleno		
2.00	A-2-4	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla en estado semi compacto con humedad media de color marrón claro. PRESION ADMISIBLE: 1.20 Kg./cm ²		GC

[Handwritten signature and stamp]

[Handwritten signature and stamp]

LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE CONTROL DE MATERIALES

FECHA: Octubre 2009

PROPIETARIO:	CINST. DE COMERCIO		
UBICACIÓN:	Av. 1ro de Mayo - Yauyos		
SOLICITA:	SR. OVIDIO ZAMUDIO M.		
	CALICATA	1	EJECUTADO POR: LUIS SANCHEZ ESPINOZA
	MUESTRA	1	CERTIFICADO N° 003

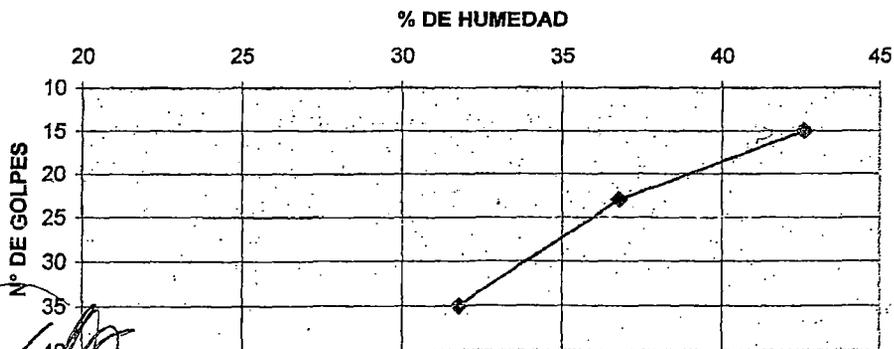
LIMITE LIQUIDO

N° de Latas	9	21	14			
N° de Golpes	15	23	35			
Peso de Lata + Suelo Húmedo	49.46	47.52	45.43			
Peso de Lata + Suelo Seco	42.20	41.43	40.58			
Peso de Agua	7.26	6.09	4.85			
Peso de Lata	25.15	24.89	25.31			
Peso de Suelo Seco	17.05	16.54	15.27			
% de Humedad	42.60	36.79	31.78			

LIMITE PLASTICO

N° de Latas	2					
N° de Golpes	-					
Peso de Lata + Suelo Húmedo	37.83					
Peso de Lata + Suelo Seco	35.05					
Peso de Agua	2.78					
Peso de Lata	25.84					
Peso de Suelo Seco	9.21					
% de Humedad	30.23					

REPRESENTACION GRAFICA



L.L. 36.71 L.P. 30.23 I.P. 6.48

OBSERVACIONES:

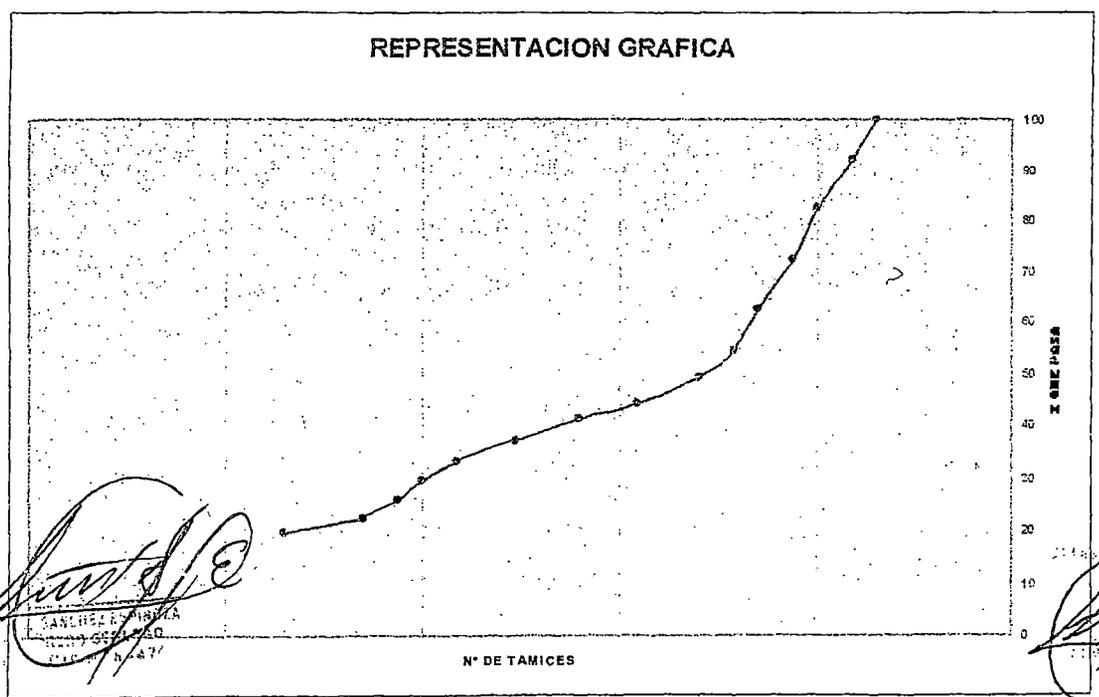
PROYECTO:	CONST. DE COMERCIO
UBICACIÓN:	Av. 1ro de Mayo s/n - Yauyos
SOLICITA:	SR. OVIDIO ZAMUDIO M.

CALICATA : 1 FECHA : OCT, 2009
MUESTRA : 1 OPERADOR : SANCHEZ E LUIS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

Tamices	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones
ASTM	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
2"				100	L.L = 36.71
1 1/2"	161.00	8.10	8.10	91.90	L.P = 30.23
1"	190.00	9.50	17.60	82.40	I.P = 6.48
3/4"	205.00	10.30	27.90	72.10	
1/2"	195.00	9.80	37.70	62.30	PESO INICIAL : 2000.
3/8"	160.00	8.00	45.70	54.30	
Nº 4	105.00	5.30	51.00	49.00	Fracción Finos : 500 gr.
Nº 8	50.00	4.90	55.90	44.10	
Nº 10	29.00	2.80	58.70	41.30	PERMEABILIDAD : MEDIA
Nº 16	45.00	4.40	63.10	36.90	CAPILARIDAD : MEDIA
Nº 20					ELASTICIDAD : MEDIA
Nº 30	40.00	3.90	67.00	33.00	HUMEDAD : 9.05 %
Nº 40	35.00	3.40	70.40	29.60	
Nº 50	40.00	3.90	74.30	25.70	
Nº 80					
Nº 100	35.00	3.40	77.70	22.30	CLASIFICACION :
Nº 200	25.00	2.50	80.20	19.80	AASHTO A-2-4
< Nº 200	202.00	19.80	100	0.00	SUCS : GC

REPRESENTACION GRAFICA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : MEJ. DEL LOCAL INST. TUCIONAL DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PERU JAUJA Nº 48 - PROVINCIA DE JAUJA - JUNIN

TIPO DE EXCV. : A cielo abierto

UBICACIÓN : JR. SAN MARTIN S/N 11 AVA. CDA. - JAUJA

N.F. : NO

SOLICITA : ING. MOISES INGA ALARCON

FECHA : JUNIO 2014

CALIGATA : No 1

MUESTRA : M - 1

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUGS
-----	-------	-------------	---------	------

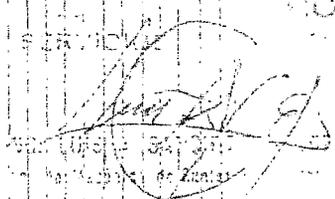
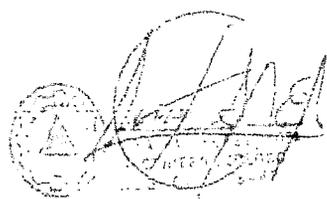
MATERIAL DE RELLENO

0.30

A - 4

Limos inorgánicos, limos arenosos o arcillosos ligeramente plástico de color marrón claro con mezcla de gravas y arcillas en estado semi compacto y humedad optima.

**Capacidad Portante:
1.04 Kg/cm2**



2.50

PROYECTO:
UNIDAD:
SOLICITA:

QUIMICA
MUESTRA:
SERIALIDAD:

FECHA:
LABORATORIO:

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

Tamaño	Clase	Material	N.º Partículas	N.º Gr.	Tamaño (mm)
Nº 2					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 16					
Nº 30					
Nº 45					
Nº 60					
Nº 75					
Nº 100					
Nº 150					
Nº 200					
Nº 300					

RESISTENCIA

COMPRESION

RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA FLEXION

RESISTENCIA A LA TORSION

RESISTENCIA A LA COMPRESION

RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA FLEXION

RESISTENCIA A LA TORSION

REPRESENTACION GRAFICA



LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE CONTROL DE MATERIALES

FECHA: JUNIO 2014

PROYECTO:	MEJ. DEL LOCAL INSTITUCIONAL DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PERU JAUJA N° 48 -PROVINCIA DE JAUJA		
UBICACIÓN:	JR. SAN MARTIN S/M 11 AV CDA - JAUJA		
SOLICITA:	ING. MOISES INGA ALARCON		
	CALICATA	N° 1	EJECUTADO POR: LUIS SANCHEZ ESPINOZA
	MUESTRA	M - 1	CERTIFICADO N° 099

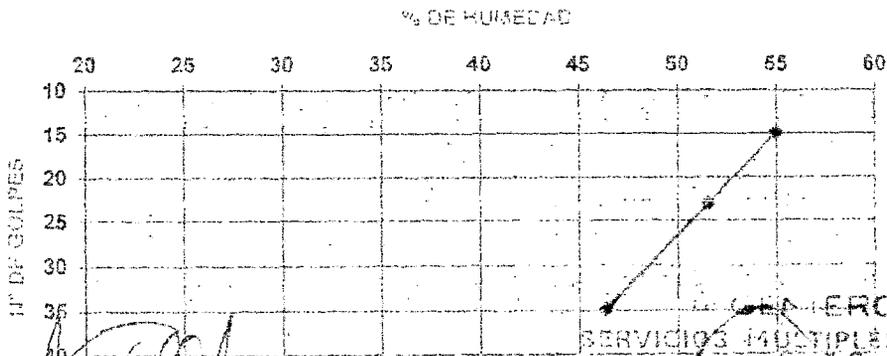
LIMITE LIQUIDO

N° de Latas	1	16	35			
N° de Golpes	15	23	35			
Peso de Lata + Suelo Húmedo	45.26	45.38	47.54			
Peso de Lata + Suelo Seco	38.18	38.34	40.47			
Peso de Agua	7.08	7.04	7.07			
Peso de Lata	25.01	24.69	25.23			
Peso de Suelo Seco	12.87	13.45	15.24			
% de Humedad	55.00	51.60	46.18			

LIMITE PLASTICO

N° de Latas	5					
N° de Golpes						
Peso de Lata + Suelo Húmedo	31.57					
Peso de Lata + Suelo Seco	29.83					
Peso de Agua	1.75					
Peso de Lata	25.61					
Peso de Suelo Seco	4.21					
% de Humedad	41.54					

REPRESENTACION GRAFICA

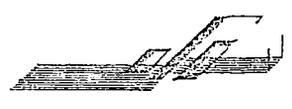
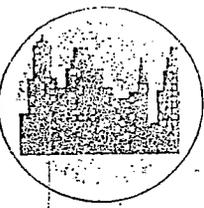


[Handwritten signature]
INGENIERO SANCHEZ ESPINOZA
REG. N° 004

BOMBEROS
SERVICIOS MULTIPLES

L.L. 32.31 L.F. 22.34
ING. LUIS SANCHEZ ESPINOZA
C.A. 2013/06 de Sucre
N° 099

OBSERVACIONES:



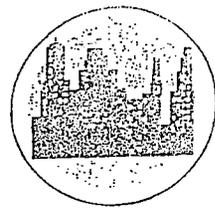
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 AV. PROCELIBO 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo
 PAVIMENTOS Y MATERIALES:

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO CIVICO
 UBICACION AV. MARISCAL CASTILLA - CALAMAYO
 SOLICITA : ARQ. ALBARO GILBERTO MORAN
 CALICATA : Nro. 01 LADO ESTE
 ESCALA : 1:100
 TIPO DE EXCV. : A cielo abierto
 N.F. : No
 FECHA : Ene-04

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.90		Limos inorganicos, ca, limos arenosos, ligeramente plasticos, marron claro, en estado compacto y con humedad optima.		ML
1.20		Arenas limosas, arena y limo, en estado suelto.		SM
2.10		Arcillas inorganicas, plasticidad media, arcillas arenosas, arcillas polivas, compacto y humedades optima.		CL
3.00	A - 4	Limos inorganicos, ca, limos arenosos, ligeramente plasticos, marron claro, en estado compacto y humedad optima. CAPACIDAD PORTANTE: 1.04 t/mk2		ML

Departamento Central de
 Laboratorio de Ensayo de Materiales
 Esq. de Mecanica de Suelos y Pavimento
 Oscar Abraham Ortiz Jahn
 Zona Huancayo



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

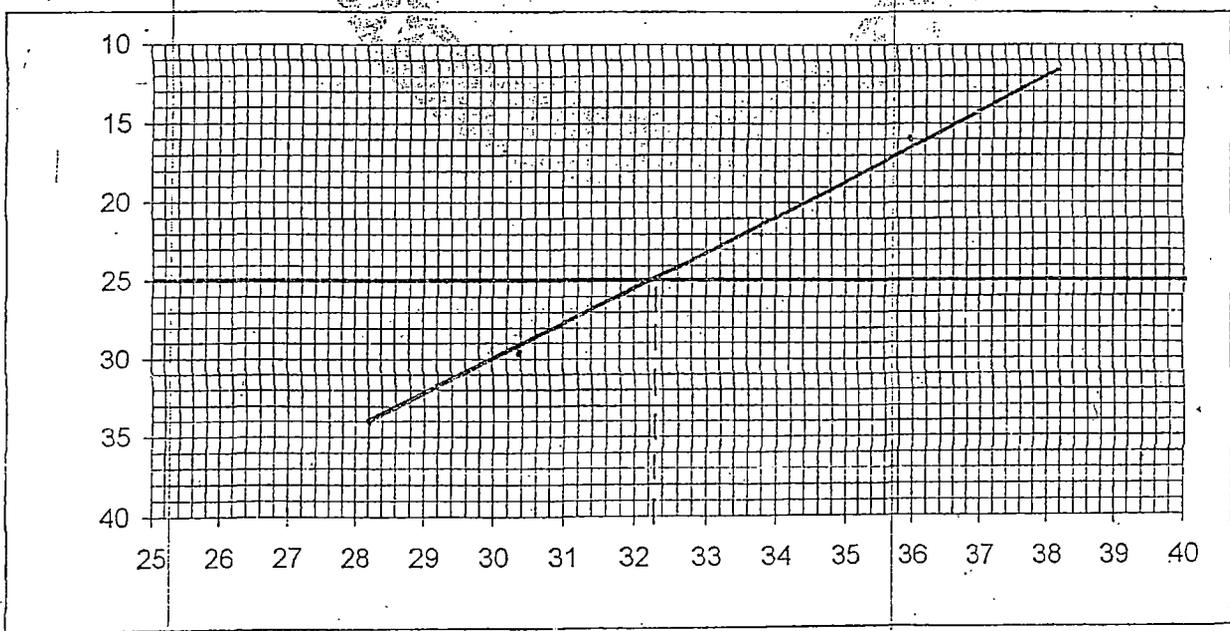
LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

FECHA: 19 de Enero de 2004

PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
	CALICATA	1	EFFECTUADO POR: ORTIZ JAHN Oscar
	MUESTRA	4	CERTIFICADO Nro:

LIMITE LIQUIDO			
N° de Latas	2	5	8
N° de Golpes	16	22	34
Peso de Lata + Suelo Humedo	42.74	44.71	45.05
Peso de Lata + Suelo Seco	38.14	39.69	40.74
Peso de Agua	4.60	5.02	4.31
Peso de Lata	25.37	24.83	25.46
Peso de Suelo Seco	12.77	14.86	15.28
% de Humedad	35.99	33.81	28.18

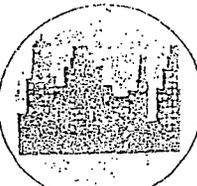
LIMITE PLASTICO			
N° de Latas	3		
Peso de Lata + Suelo Humedo	33.52		
Peso de Lata + Suelo Seco	31.54		
Peso de Agua	1.98		
Peso de Lata	24.56		
Peso de Suelo Seco	6.98		
Porcentaje de Humedad	28.34		



OBSERVACIONES:

L.L.	32.31	I.P.	28.34	I.P.	39.97
-------------	-------	-------------	-------	-------------	-------

OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
Esp. de Mecánica de Suelos y Pavimento



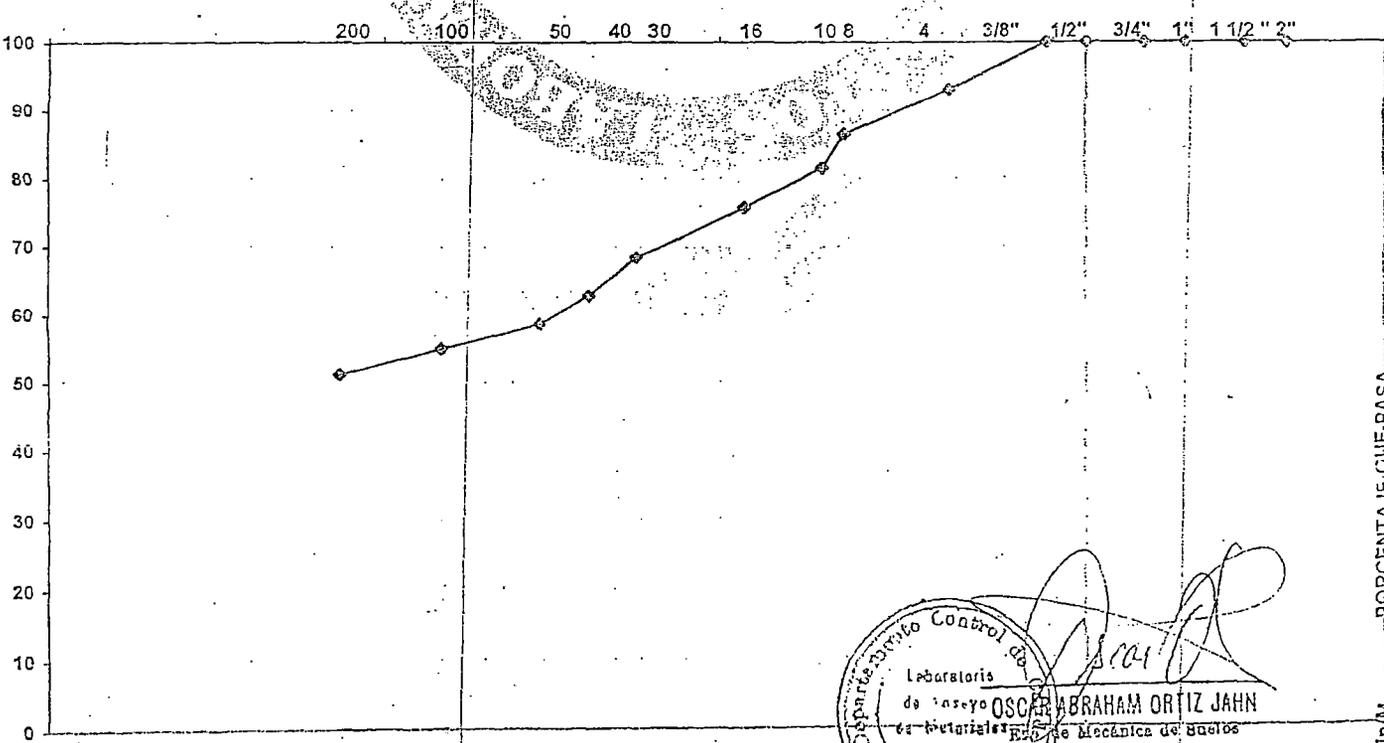
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:**
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
CALICATA	1	FECHA	19/01/04
MUESTRA	4	OPERADOR	ORTIZ JAHN, Oscar

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
2"				100	L.L = 32.31
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P = 28.34
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P = 3.97
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL : 100.0 gr.
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	Fracción Finos : 500 gr.
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	PERMEABILIDAD : MEDIA
N° 4	7.00	7.00	7.00	93.00	CAPILARIDAD : MEDIA
N° 8	35.00	6.50	13.50	86.50	ELASTICIDAD : BAJA
N° 10	27.00	5.00	18.50	81.50	HUMEDAD : 7.45%
N° 16	31.00	5.80	24.30	75.70	CLASIFICACION :
N° 20					AASHTO : A-4
N° 30	40.00	7.40	31.70	68.30	SUCS : ML
N° 40	30.00	5.60	37.30	62.70	
N° 50	22.00	4.10	41.40	58.60	
N° 80					
N° 100	20.00	3.70	45.10	54.90	
N° 200	20.00	3.70	48.80	51.20	
< N° 200	275.00	51.20	100.00	0.00	

REPRESENTACION GRAFICA

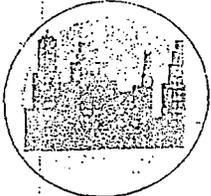


OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN



PORCENTAJE QUE PASA

ALVARO MORALES DIAZ



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

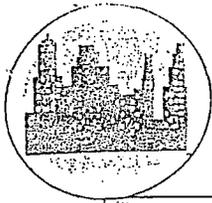
PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA
UBICACIÓN: AV. MARISCAL CASTILLA - CAMINO A PACA
SOLICITA: ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ
CALICATA: Nro. 02 LADO NORTE

TIPO DE EXCV.: A cielo abierto
N.F. No
FECHA Ene-0

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.50		Limos inorganicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos de color marron claro, en estado compacto y con humedad optima.		ML
0.90		Arenas limosas, mezclas de arena y limo, en estado suelto.	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SM
2.00		Arcillas inorganicas de plasticidad media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres, en estado compacto y humedad optima.	/ / / / / / / / / / / / / / /	CL
3.00	A-4	Limos inorganicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos de color marron claro, en estado compacto y humedad optima. CAPACIDAD PORTANTE: 1.04 Kg/cm ²		ML


 OSCA ABRAHAM ORTIZ JAHN
 Ene de Mecanica de Suelos
 y Pavimento



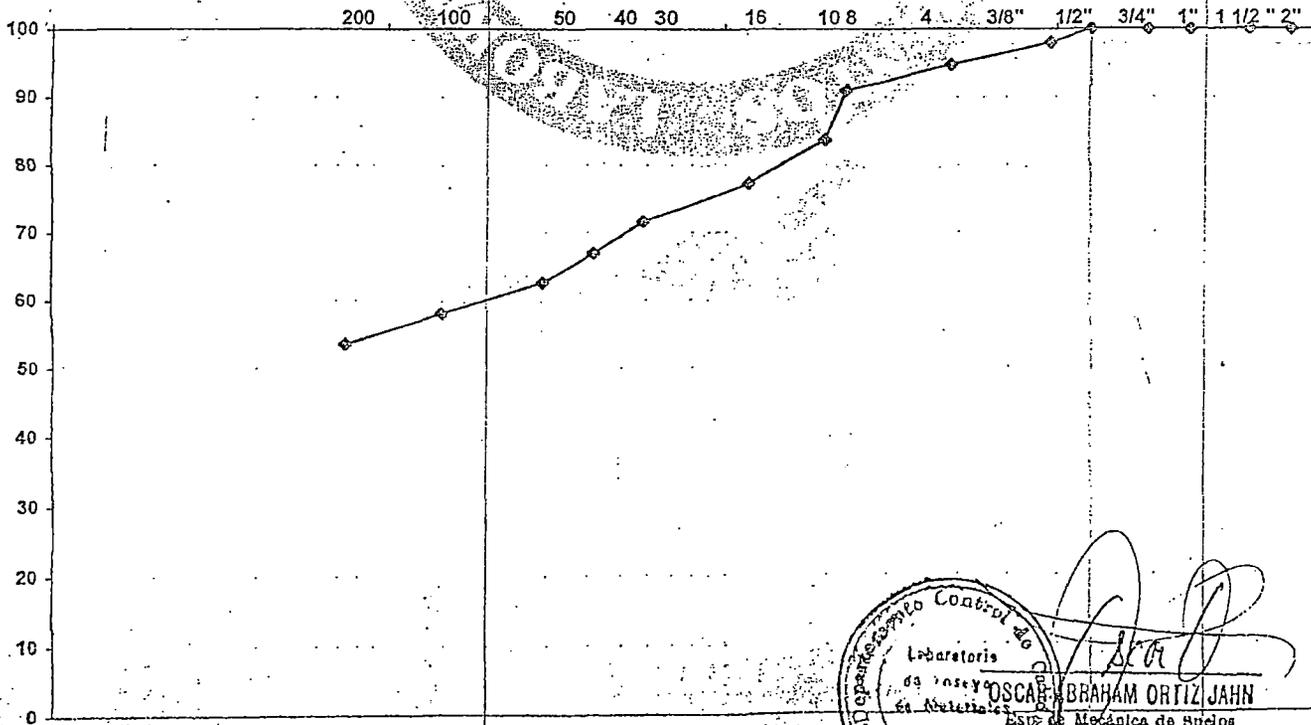
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
 Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
CALICATA	2	FECHA	19/01/04.
MUESTRA	4	OPERADOR	ORTIZ JAHN, Oscar

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

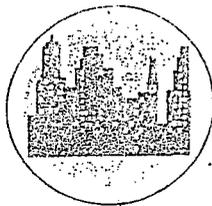
Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
2"				100	L.L = 32.79
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P = 27.78
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P = 4.01
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL: 150.0 gr.
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	3.00	2.00	2.00	98.00	Fracción Finos: 500 gr.
N° 4	5.00	3.30	5.30	94.70	PERMEABILIDAD: MEDIA
N° 8	20.00	3.80	9.10	90.90	CAPILARIDAD: MEDIA
N° 10	38.00	7.20	16.30	83.70	ELASTICIDAD: BAJA
N° 16	34.00	6.40	22.70	77.30	HUMEDAD: 6.89%
N° 20					CLASIFICACION:
N° 30	30.00	5.70	28.40	71.60	
N° 40	25.00	4.70	33.10	66.90	SUCS: ML
N° 50	23.00	4.40	37.50	62.50	
N° 80					
N° 100	24.00	4.50	42.00	58.00	
N° 200	23.00	4.40	46.40	53.60	
< N° 200	283.00	53.60	100.00	0.00	

REPRESENTACION GRAFICA



Oscar Braham Ortiz Jahn
 Es. de Mecánica de Suelos y Pavimento





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
- PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

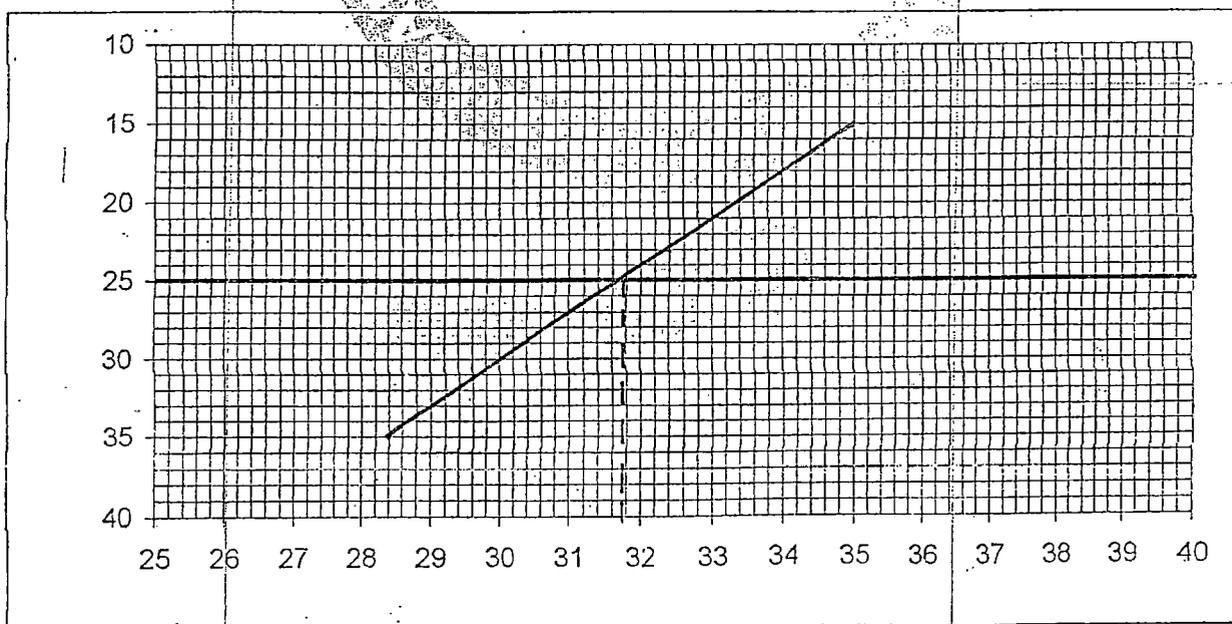
LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

FECHA: 19 de Enero de 2004

PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
	CALICATA	2	EFFECTUADO POR: ORTIZ JAHN Oscar
	MUESTRA	4	CERTIFICADO Nro:

LIMITE LIQUIDO			
N° de Latas	6	9	7
N° de Golpes	15	23	35
Peso de Lata + Suelo Humedo	43.79	46.12	44.66
Peso de Lata + Suelo Seco	38.71	41.03	39.40
Peso de Agua	5.08	5.09	5.26
Peso de Lata	24.19	25.31	25.71
Peso de Suelo Seco	14.52	15.72	13.69
% de Humedad	35.02	32.38	38.42

LIMITE PLASTICO			
N° de Latas	4		
Peso de Lata + Suelo Humedo	32.78		
Peso de Lata + Suelo Seco	31.12		
Peso de Agua	1.66		
Peso de Lata	25.15		
Peso de Suelo Seco	5.97		
Porcentaje de Humedad	27.78		

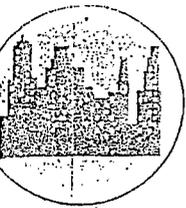


OBSERVACIONES:

L.L.	31.79	I.P. Centrifuga	78
		I.P.	4.01

(Signature)
ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ

(Signature)
OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
de Mecánica de Suelos
y Pavimento



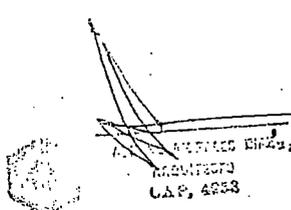
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

PERFIL ESTRATIGRAFICO

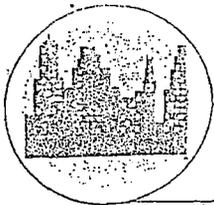
PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA
UBICACIÓN AV. MARISCAL CASTILLA - CAMINO A PACA
SOLICITA : ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ
CALICATA: Nro. 03 LADO SUR

TIPO DE EXCV. : A cielo abierto
N.F. No
FECHA Ene-04

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
1.00		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos de color marron claro, en estado compacto y con humedad optima		ML
1.20		Arenas limosas, mezclas de arena y limo en estado suelto	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	SM
1.90		Arcillas inorganicas de plasticidad media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres, en estado compacto y humedad optima	/ / / / / / / / / /	CL
3.00	A-4	Limos inorganicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos de color marron claro, en estado compacto y humedad optima. CAPACIDAD PORTANTE: 1.04 Kg/cm ²		ML




 OSCAR ABRAHAM GALIZ JARA
 Ing. de Mecánica de Suelos y Pavimento

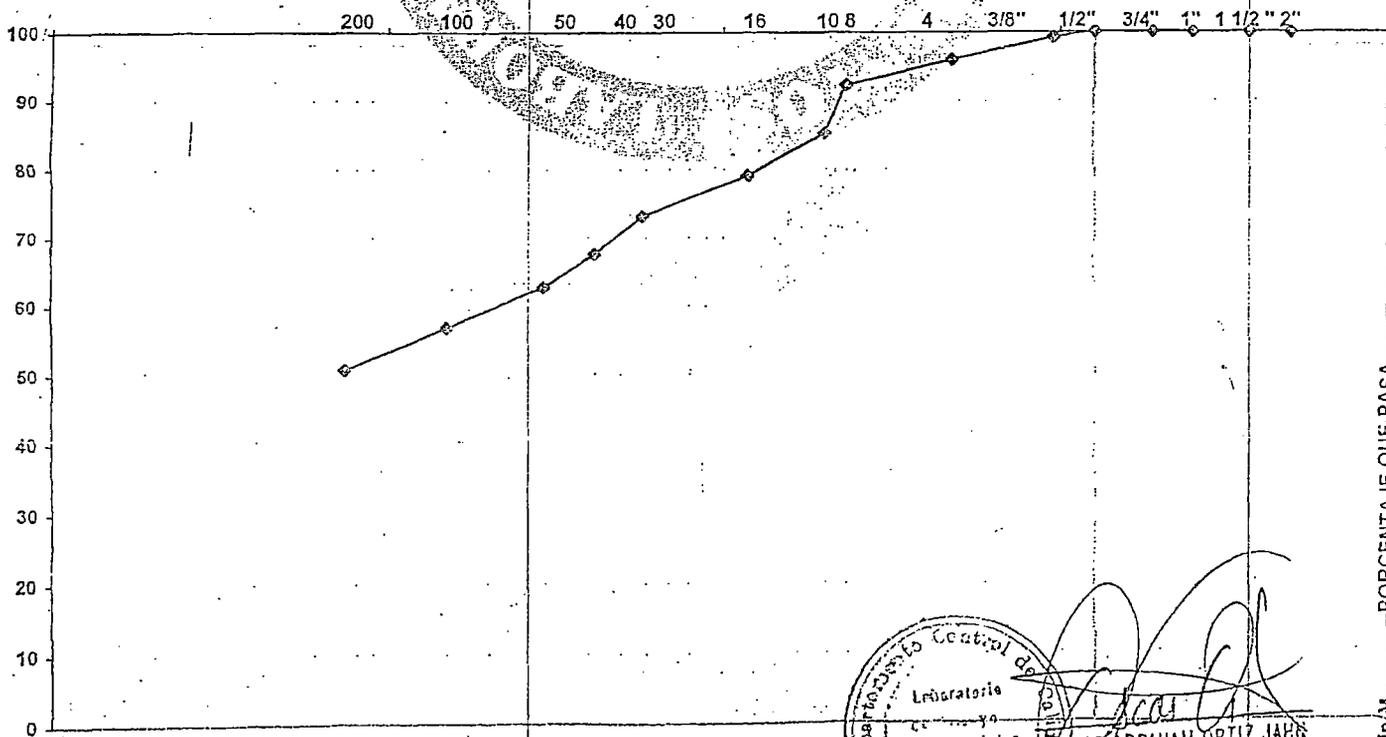
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:**
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

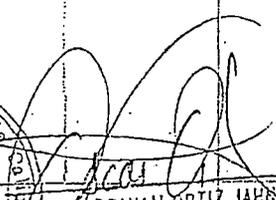
PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
CALICATA	3	FECHA	19/01/04
MUESTRA	4	OPERADOR	ORTIZ JAHN, Oscar

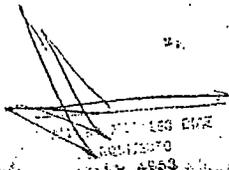
ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
2"				100	L.L = 31.22
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P = 28.07
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P = 3.15
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL: 120.0 gr.
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	Fracción Finos: 500 gr.
3/8"	1.00	0.80	0.80	99.20	PERMEABILIDAD: MEDIA
N° 4	4.00	3.30	4.10	95.90	CAPILARIDAD: MEDIA
N° 8	19.00	3.60	7.70	92.30	ELASTICIDAD: BAJA
N° 10	37.00	7.10	14.80	85.20	HUMEDAD: 7.02%
N° 16	32.00	6.10	20.90	79.10	CLASIFICACION:
N° 20					AASHTO: A-4
N° 30	31.00	5.90	26.80	73.20	SUCS: ML
N° 40	29.00	5.60	32.40	67.60	
N° 50	25.00	4.80	37.20	62.80	
N° 80					
N° 100	31.00	5.90	43.10	56.90	
N° 200	32.00	6.10	49.20	50.80	
< N° 200	265.00	50.80	100.00	0.00	

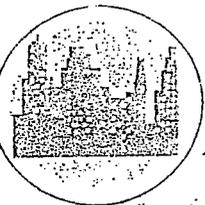
REPRESENTACION GRAFICA




OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 Esp. de Mecánica de Suelos y Pavimentos



PORCENTAJE QUE PASA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

FECHA: 19 de Enero de 2004

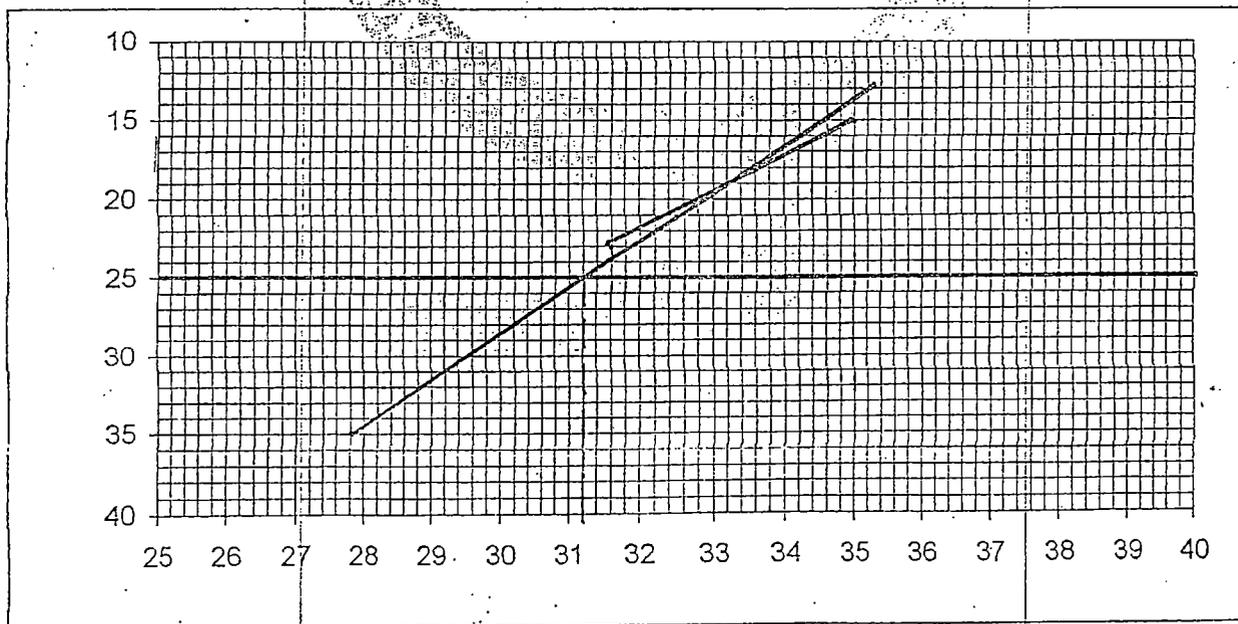
PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
	CALICATA	3	EFFECTUADO POR: ORTIZ JAHN Oscar
	MUESTRA	4	CERTIFICADO Nro:

LIMITE LIQUIDO

N° de Latas	10	15	12			
N° de Golpes	15	23	35			
Peso de Lata + Suelo Humedo	45.63	43.24	43.87			
Peso de Lata + Suelo Seco	40.31	38.83	39.84			
Peso de Agua	5.32	4.41	4.03			
Peso de Lata	25.11	24.86	25.33			
Peso de Suelo Seco	15.20	13.97	14.51			
% de Humedad	34.98	31.58	27.78			

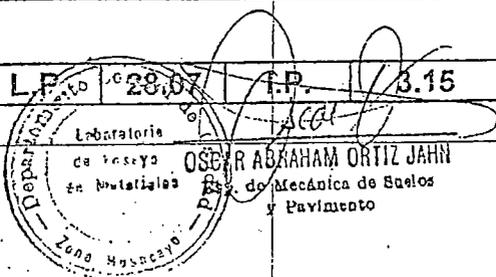
LIMITE PLASTICO

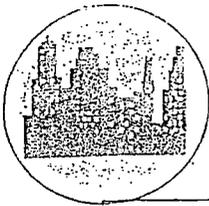
N° de Latas	1					
Peso de Lata + Suelo Humedo	34.13					
Peso de Lata + Suelo Seco	32.13					
Peso de Agua	2.00					
Peso de Lata	24.99					
Peso de Suelo Seco	7.14					
Porcentaje de Humedad	28.07					



OBSERVACIONES:

L.L.	31.22	L.P.	28.07	P.I.	3.15
------	-------	------	-------	------	------





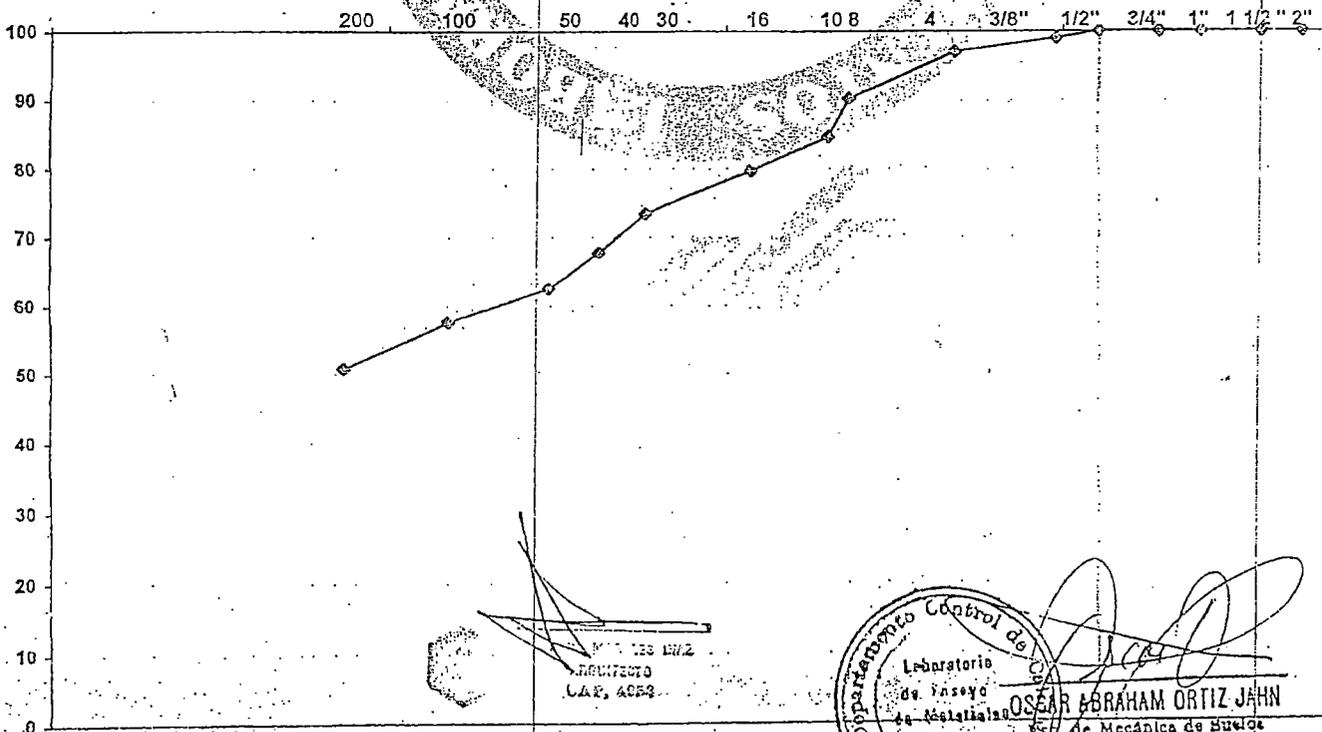
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:**
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
CALICATA	4	FECHA	19/01/04
MUESTRA	4	OPERADOR	ORTIZ JAHN, Osca

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
2"				100	L.L = 32.68
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P = 28.64
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P = 4.04
3/4"		0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL: 200.0 gr
1/2"		0.00	0.00	100.00	Fracción Finos: 500 gr
3/8"	2.00	1.00	1.00	99.00	PERMEABILIDAD: MEDIA
N° 4	4.00	2.00	3.00	97.00	CAPILARIDAD: MEDIA
N° 8	35.00	6.80	9.80	90.20	ELASTICIDAD: BAJA
N° 10	29.00	5.60	15.40	84.60	HUMEDAD: 6.20%
N° 16	25.00	4.90	20.30	79.70	GLASIFICACION:
N° 20					AASHTO: A-4
N° 30	32.00	6.20	26.50	73.50	SUCS: ML
N° 40	30.00	5.80	32.30	67.70	
N° 50	27.00	5.20	37.50	62.50	
N° 80					
N° 100	25.00	4.90	42.40	57.60	
N° 200	35.00	6.80	49.20	50.80	
< N° 200	262.00	50.80	100.00	0.00	

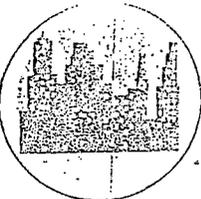
REPRESENTACION GRAFICA



M. T. S. L. M. Z.
INGENIERO
C.A.P. 4053



OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimento



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA
UBICACIÓN AV. MARISCAL CASTILLA - CAMINO A PACA
SOLICITA : ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ
CALICATA: Nro. 04 LADO OESTE

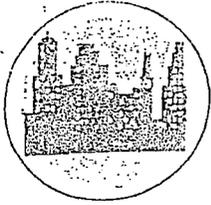
TIPO DE EXCV. : A cielo abierto
N.F. No
FECHA Ene-0

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.60		Limos inorganicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos de color marron claro, en estado compacto y con humedad optima		ML
1.10		Arenas limosas, mezclas de arena y limo, en estado suelto.	○ ○ ○ ○ ○	SM
1.80		Arcillas inorganicas de plasticidad media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres, en estado compacto y humedad optima	/ / / / /	CL
3.00	A - 4	Limos inorganicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plasticos de color marron claro, en estado compacto y humedad optima. CAPACIDAD PORTANTE: 1.04 Kg/cm ²		ML

ALFONSO MORALES DIAZ
INGENIERO
N.º 4443

Departamento Control de
Laboratorio
de Huancayo
62 Huancayo
Zona Huancayo

OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
Ing. de Mecánica de Suelos
y Pavimento



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

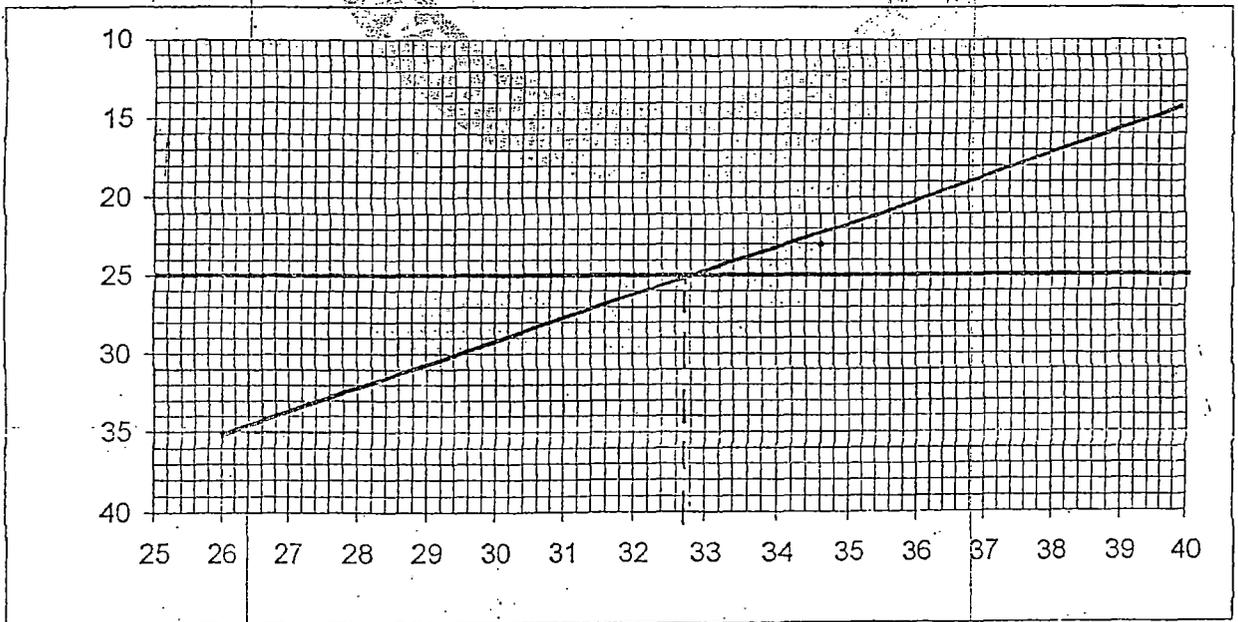
LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES

FECHA: 19 de Enero de 2004

PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO CIVICO - JAUJA		
SOLICITA	ARQ. ALBARO GILBERTO MORALES DIAZ		
	CALICATA	4	EFFECTUADO POR: ORTIZ JAHN Oscar
	MUESTRA	4	CERTIFICADO Nro:

LIMITE LIQUIDO			
N° de Latas	13	11	16
N° de Golpes	15	23	35
Peso de Lata + Suelo Humedo	48.45	45.67	44.29
Peso de Lata + Suelo Seco	41.88	40.52	40.31
Peso de Agua	6.57	5.15	3.98
Peso de Lata	25.12	25.64	24.98
Peso de Suelo Seco	16.76	14.88	15.33
% de Humedad	39.18	34.63	25.97

LIMITE PLASTICO			
N° de Latas	18		
Peso de Lata + Suelo Humedo	34.08		
Peso de Lata + Suelo Seco	32.01		
Peso de Agua	2.07		
Peso de Lata	24.79		
Peso de Suelo Seco	7.22		
Porcentaje de Humedad	28.64		



OBSERVACIONES:

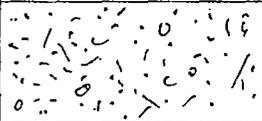
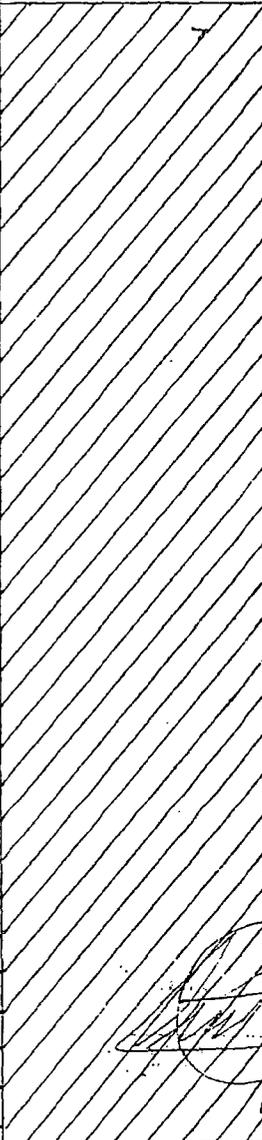
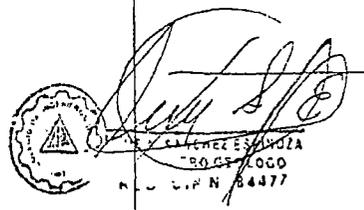
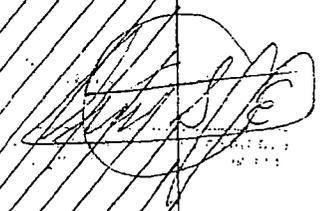
L.L.	32.68	L.P.	28.64	I.P.	404
------	-------	------	-------	------	-----

OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 Ing. de Mecánica de Suelos y Pavimento

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : CONST. VIVIENDA Y COMERCIO
UBICACIÓN : JR. GRAU Nº 725 - JAUJA
SOLICITA : SR. MARIO SALAZAR SOLIS
CALICATA : No 01

TIPO DE EXCV. : A cielo abierto
N.F. : NO
FECHA : DIC 2010

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.40		MATERIAL DE RELLENO		
	A - 6	<p>Limos inorgánicos, de plasticidad media a alta arcillosas, arenosas, arcillas limosas, arcilla pobres de color marrón oscuro en estado semi compacto con humedad optima .</p> <p>PRESION ADMISIBLE: 1.00 KG/cm2</p>		CL
2.00				

LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE CONTROL DE MATERIALES

FECHA: DICIEMBRE 2010

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE VIVIENDA COMERCIO		
UBICACIÓN:	JR. GRAU N° 725 - JAUJA		
SOLICITA:	SR. MARIO SALAZAR SOLIS Y ESPOSA		
	CALICATA	1	EJECUTADO POR: LUIS SANCHEZ ESPINOZA
	MUESTRA	1	CERTIFICADO N° 098

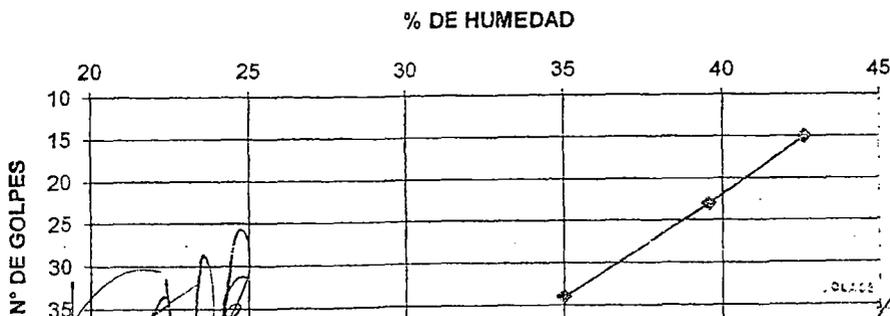
LIMITE LIQUIDO

N° de Latas	13	15	10			
N° de Golpes	-	-	-			
Peso de Lata + Suelo Húmedo	47.98	47.74	46.49			
Peso de Lata + Suelo Seco	41.15	41.49	40.91			
Peso de Agua	6.83	6.25	5.58			
Peso de Lata	25.13	26.71	24.98			
Peso de Suelo Seco	16.02	15.78	15.93			
% de Humedad	42.62	39.58	35.01			

LIMITE PLASTICO

N° de Latas	0					
N° de Golpes	-					
Peso de Lata + Suelo Húmedo	42.12					
Peso de Lata + Suelo Seco	38.74					
Peso de Agua	3.38					
Peso de Lata	25.83					
Peso de Suelo Seco	12.91					
% de Humedad	26.19					

REPRESENTACION GRAFICA



L. SANCHEZ ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
CIP 14477

L.L.	37.60	L.P.	29.80	I.P.	7.80
------	-------	------	-------	------	------

OBSERVACIONES:

PROYECTO:	CONST. DE VIVIENDA Y COMERCIOITUCIONAL
UBICACIÓN:	JR. GRAU N° 725 - JAUJA
SOLICITA:	Sr. NARIO SALAZAR SOLIS Y ESPOSA

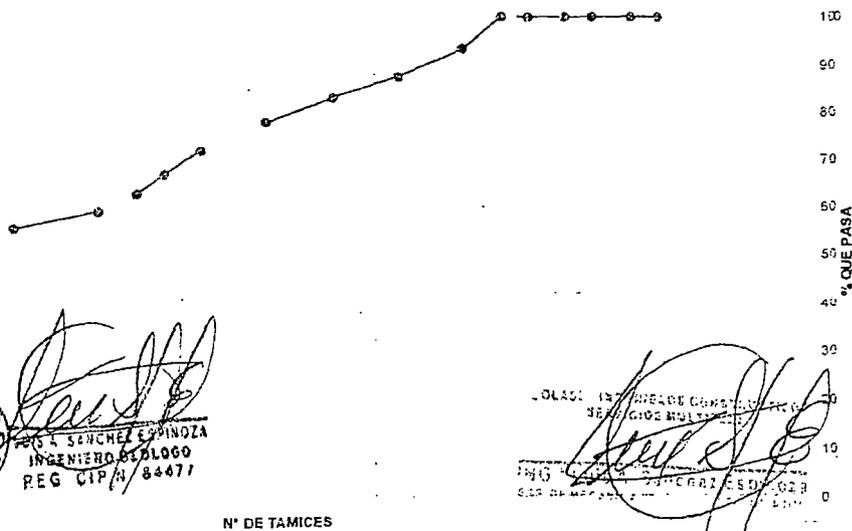
CALICATA : 1
MUESTRA : 1
CERTIFICADO N° 098

FECHA : DIC. 2010
OPERADOR : SANCHEZ E. LUIS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
2"				100	L.L = 38.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100	L.P = 26.00
1"	0.00	0.00	0.00	100	I.P = 12.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	100	
1/2"	0.00	0.00	0.00	100	PESO INICIAL : 2000.0 gr.
3/8"	0.00	0.00	0.00	100	Fracción Finos : 500 gr.
N° 4	0.00	0.00	0.00	100	PERMEABILIDAD : MEDIA
N° 8	0.00	0.00	0.00	100	CAPILARIDAD : MEDIA
N° 10	0.00	0.00	0.00	100	ELASTICIDAD : ALTA
N° 16	0.00	0.00	0.00	100	HUMEDAD : 8.05 %
N° 20	0.00	0.00	0.00	100	
N° 30	0.00	0.00	0.00	100	CLASIFICACION :
N° 40	34.00	6.80	6.80	93.20	AASHTO : A-6
N° 50	42.00	8.40	15.20	1084.80	SUCS : CL
N° 80	48.00	9.50	24.80	75.20	
N° 100	33.00	6.50	31.40	66.60	
N° 200	31.00	6.20	37.60	62.40	
< N° 200	312.00	62.40	100.00	0.00	

REPRESENTACION GRAFICA





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 PAVIMENTOS Y MATERIALES:
 Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO : CONSTRUCCION COMPLEJO EDUCATIVO SAGRADO
 CORAZON DE JESUS - JAUJA
 SOLICITA : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAUJA
 CALICATA : Nro. 01

TIPO DE EXCV. : A cielo abierto
 N.F. No
 FECHA Dic-04

MTS	GRUPO	DESCRIPCION	SIMBOLO	SUCS
0.45		Material organico en estado compacto.		
1.45		Arcillas arenosas en estado compacto.		
1.50		Gravas arenosas semi compacto.		
2.50	A-4	Limos inorganicos, polvo de roca/ limos arenosos, no plastico en estado semi compacto, con humedad natural óptimo. PRESION ADMISIBLE: 1.00 Kg/cm2		ML

OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 Esp. de Mecánica de Suelos
 y Pavimento



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:**
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo

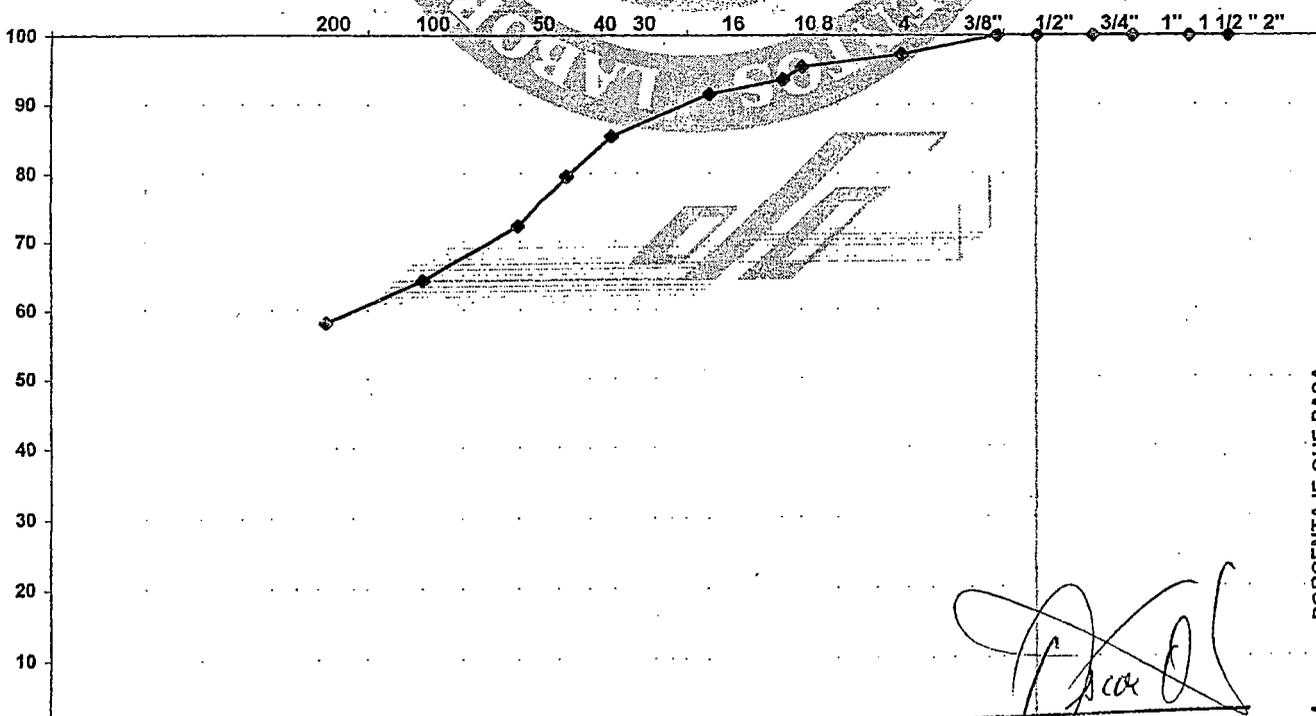
PROYECTO : CONSTRUCCION COMPLEJO EDUCATIVO SAGRADO CORAZON DE JESUS
 UBICACIÓN : JAUJA
 SOLICITA . MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAUJA

CALICATA : _____ FECHA : DICIEMBRE 2,004
 MUESTRA : 4 OPERADOR : ORTIZ JAHN, Oscar

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

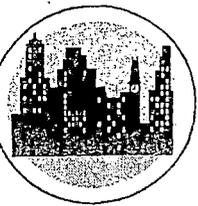
Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
2"				100	L.L = 27.98 L.P = N - P I.P = N - P
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO INICIAL : 550.0 gr.
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	Fracción Finos : 550 gr.
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	15.00	2.70	2.70	97.30	PERMEABILIDAD : ALTA
N° 8	11.00	1.90	4.60	95.40	CAPILARIDAD : ALTA
N° 10	10.00	1.80	6.40	93.60	ELASTICIDAD : BAJA
N° 16	12.00	2.10	8.50	91.50	HUMEDAD : 6.85%
N° 20					
N° 30	35.00	6.20	14.70	85.30	
N° 40	33.00	5.80	20.50	79.50	
N° 50	41.00	7.30	27.80	72.20	
N° 80					CLASIFICACION :
N° 100	45.00	8.00	35.80	64.20	AASHTO : A-4
N° 200	35.00	6.20	42.00	58.00	SUCS : ML
< N° 200	328.00	58.00	100.00	0.00	

REPRESENTACION GRAFICA



[Signature]
OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 Esp. de Mecánica de Suelos
 y Pavimento

PORCENTAJE QUE PASA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y MATERIALES:
Av. Próceres N° 146 Chilca Telf. 213813 Cel. 672241 - Huancayo**

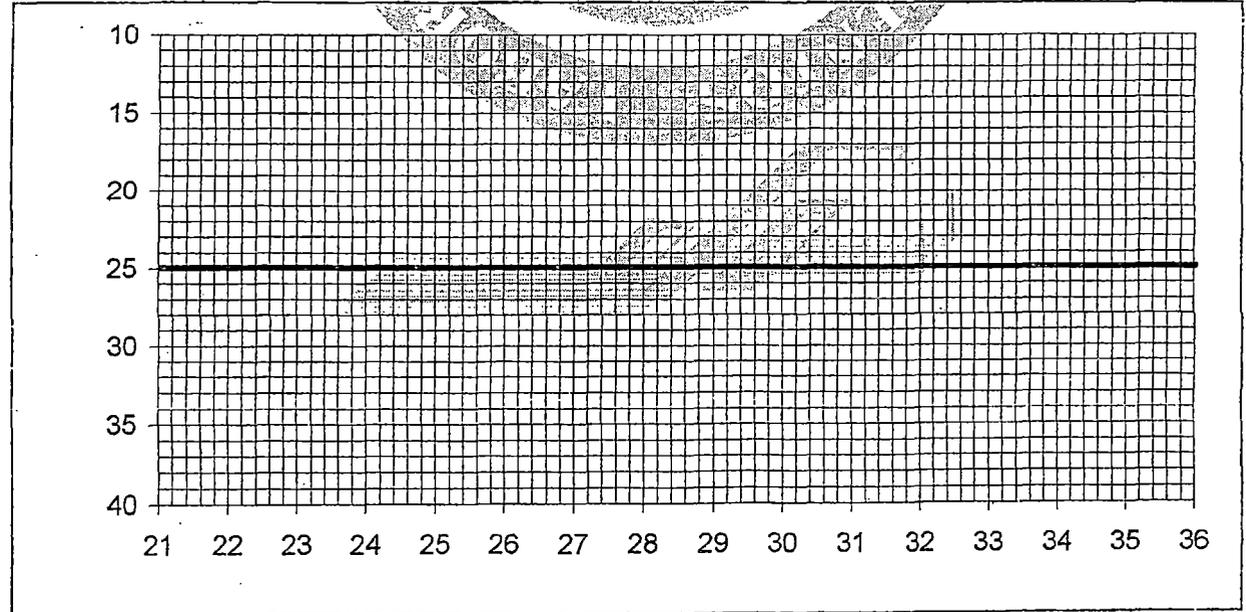
**LIMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES**

FECHA: Diciembre 2,004

PROYECTO	CONSTRUCCION COMPLEJO EDUCATIVO SAGRADO CORAZON DE JESUS		
UBICACIÓN	JAUJA		
SOLICITA	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAUJA		
	CALICATA	1	EFECTUADO POR: ORTIZ JAHN Oscar
	MUESTRA	4	CERTIFICADO Nro:

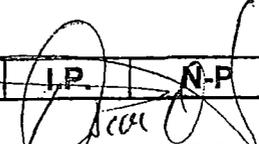
LIMITE LIQUIDO						
N° de Latas	7	14	6			
N° de Golpes	16	23	32			
Peso de Lata + Suelo Humedo	47.45	45.97	43.93			
Peso de Lata + Suelo Seco	41.87	41.23	40.34			
Peso de Agua	5.58	4.74	3.59			
Peso de Lata	25.06	24.89	25.1			
Peso de Suelo Seco	16.81	16.34	15.24			
% de Humedad	33.19	29.02	23.58			

LIMITE PLASTICO						
N° de Latas						
Peso de Lata + Suelo Humedo						
Peso de Lata + Suelo Seco						
Peso de Agua	N-P	N-P				
Peso de Lata						
Peso de Suelo Seco						
Porcentaje de Humedad						



OBSERVACIONES:

L.L.	27.98	L.P.	N-P	I.P.	N-P
------	-------	------	-----	------	-----


OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 Esp. de Mecánica de Suelos
 y Pavimento



REGISTRO DE EXCAVACION

EXPEDIENTE N°:

EXCAVACION: N° UNO.

UBICACION: Prol. BRUNO TERREROS S/N. JAUJA. ✓

PROYECTO: CONSTRUCCION VIVIENDA COMERCIO.

TAMAÑO DE EXCAV.: 1,0 x 1,00 x 1,20m.

Solicita: Ing° Hugo Valencia Miranda. ✓

INICIO:

Propied Sra. MAVEL USCUVILCA AVILA.

TERMINO: 12/08/04

METODO DE EXCAV.: CALICATA (A CIELO ABIERTO).

REGISTRADO POR: M.P.C.

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		PRUEBAS DE CAMPO		PERFIL ESTRATIGRAFICO.
	SÍMBOLOS	GRAFICO	HUMEDAD %	DENSIDAD NATURAL (g/cm ³)	
0,5	C.L.		12,00%		SUELO ARCIOLLA LIMOSA.
1					
1,5					
2					
2,5					
3					
3,5					
4					

OFICINA DE INGENIERIA DE SERVICIOS MULTIPLES
SUELOS Y PAVIMENTOS
Ing° Humberto Jimen Palma Cabello
Ingeniería de Suelos y Pavimentos

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

- S/M Sin Muestra
- M-1 Muestra Alterada N°1
- Re Material de Relleno

OBSERVACIONES:

CALICATA REALIZADO POR LOS INTERESADOS.



OFICINA DE INGENIERIA DE SERVICIOS MULTIPLES
SUELOS Y PAVIMENTOS
Jr. Rosenberg N°118 Telf. 245510 - Celular 020662 - EL Tambo



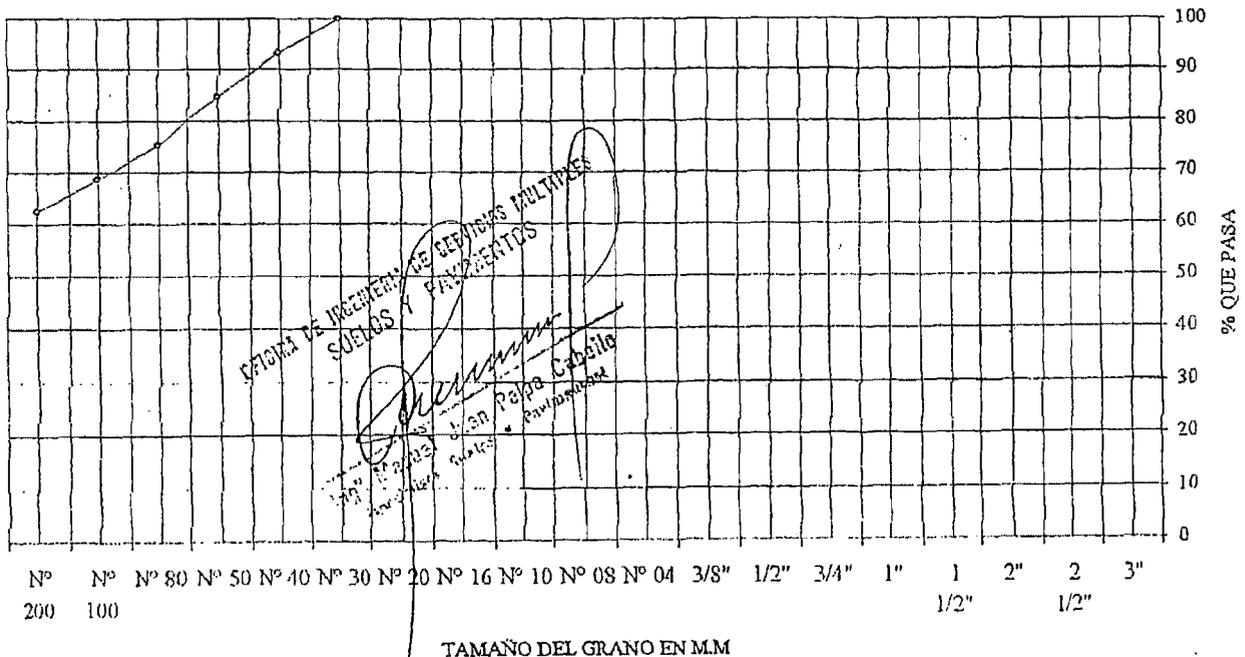
Obra CONSTRUCCION VIVIENDA COMERCIO - JAUJA.
N° muestra N° UNO. Prof. 1,2m.
Program ESTUDIOS. Certificado SUELO
Fecha 13/08/04 Muestra SUB SUELO.
Propiedad : Sra. MABEL USCUVILCA AVILA.

Contratista Ing° Hugo Valencia M.
Sector Prol. Bruno Tireros S/N.
Operador M.P.C.
Procedencia Radio Trabajo.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MALLA SERIE AMERICA	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO CUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	TAMAÑO MAXIMO	
NA							
3"						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA SUELO ARCILLA LIMOSA DE COLOR BEIGE.	
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
N° 04							L.L. : 38,00%
N° 08							L.P. : 26,00%
N° 10						I.P. : 12,00%	
N° 16						H.R.C. CIASF. A-6	
N° 20						I.G. : 7	
N° 30				100,00		OBSERVACIONES:	
N° 40	34,00	6,80	6,80	93,20		MATERIAL REMITIDO POR EL INTERESADO	
N° 50	42,00	8,40	15,20	84,80		SUCS : C.L.	
N° 80	48,00	9,60	24,80	75,20		H.N. : 12,00%	
N° 100	33,00	6,60	31,40	68,60			
N° 200	31,00	6,20	37,60	62,40		MATERIAL SUELTO..	
-200	312,00	62,40	100,00				
TOTAL	500,00						
PESO	500,00						

TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDAR





LIMITES DE ATTERBERG

CONSTRUCCION VIVIENDA COMERCIO - JAUJA.

UNO

Muestra 1,20 Mts. Prof.

FECHA.: 13/08/2004

Cedencia Prol. Bruno Terreros S/N. Jauja.

Hecho por M.P.C.

LIMITE PLASTICO

Recipiente N°	17		
Peso recipiente + Suelo humedo gr.	29,50		
Peso recipiente + Suelo seco gr.	27,44		
Peso del agua en gr.	2,06		
Peso del recipiente en gr.	19,52		
Peso del suelo seco en gr.	7,92		
Contenido de humedad en %	26,01%	26,00%	

HUMEDAD NATURAL

15		
102,05		
94,00		
8,05		
27,10		
66,90		
12,0%		

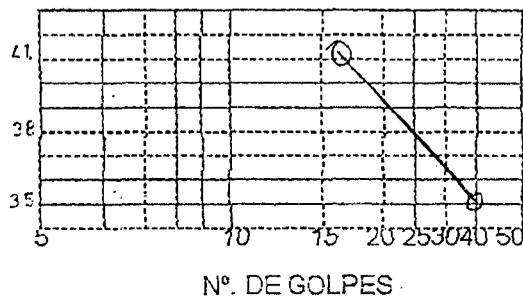
LIMITE LIQUIDO

N°. De golpes	17	20	40	
Recipiente N°	13	22	21	
Peso recipiente + Suelo humedo or	94,30	92,78	92,00	
Peso recipiente + Suelo seco or	74,75	74,30	75,10	
Peso del agua en gr.	19,55	18,48	16,90	
Peso del recipiente en gr.	27,07	26,92	26,71	
Peso del suelo seco en gr.	47,68	47,38	48,39	
Contenido de humedad en %	41,00%	39,00%	34,92%	

LIMITE DE CONTRACCION

Ensayo N°	
Peso pastilla del suelo humedo.	
Peso de la pastilla de suelo seco en gr.	
Peso molde + HG en gr.	
Peso molde en gr.	
Peso HG en gr.	
Area de la pastilla de suelo en cm²	
Limites de contraccion en %	

CONTENIDO DE AGUA



LIMITE PLASTICO	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICIDAD
26,00%	12,0%	38,0%	12,00%

ANEXO "J"

MAPAS DE REFERENCIA

MAPAS DE ISOACELRACIONES

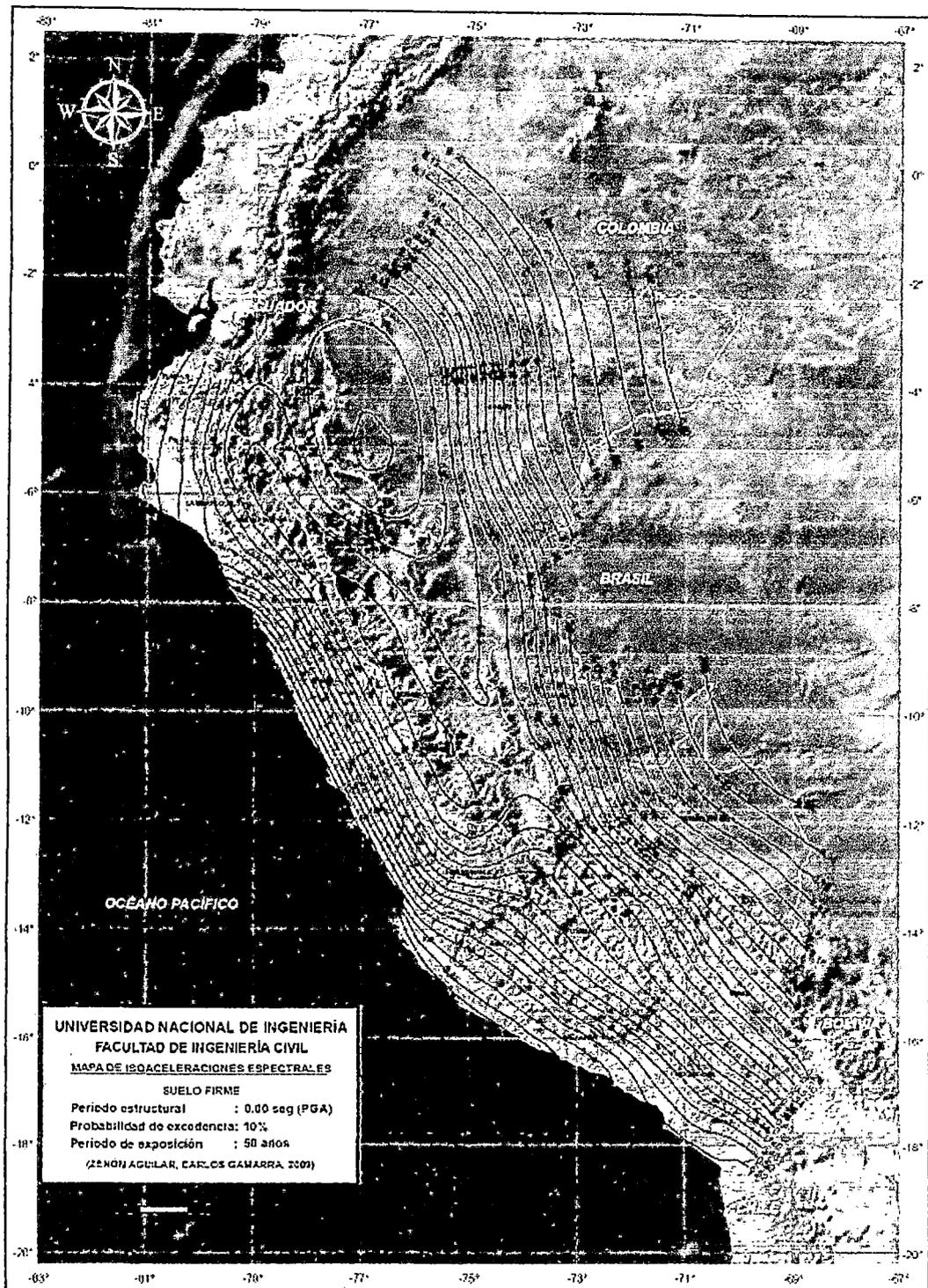


Figura J-01.- Mapa de isoaceleraciones máximas en suelo firme (PGA) para un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años de vida útil (Z. Aguilar, C. Gamarra 2009).

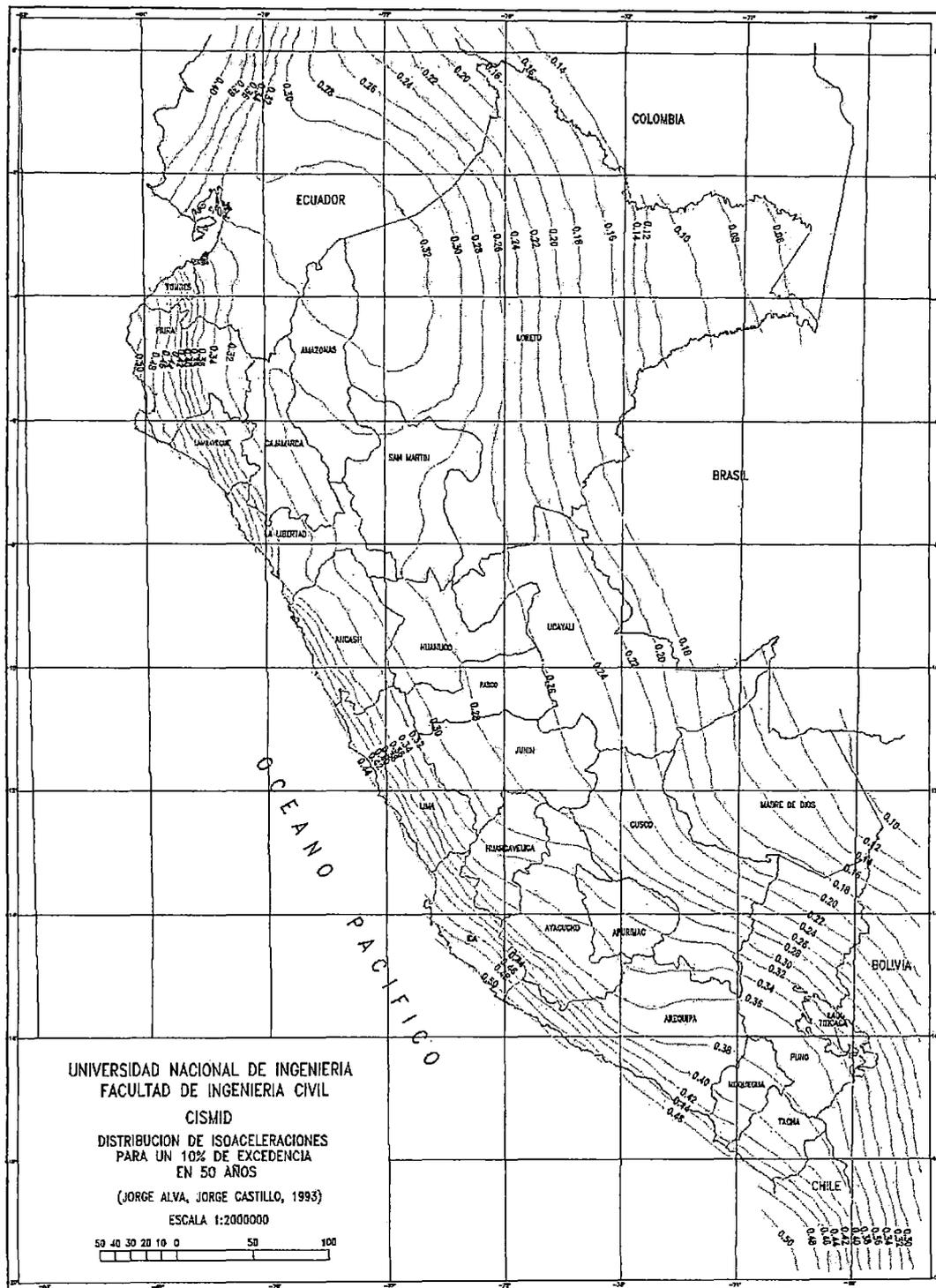


Figura J-02.- Distribución de isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años (Alva y Castillo, 1993)